# LA CITÉ DE L'EAU
## ET DE L'ASSAINISSEMENT



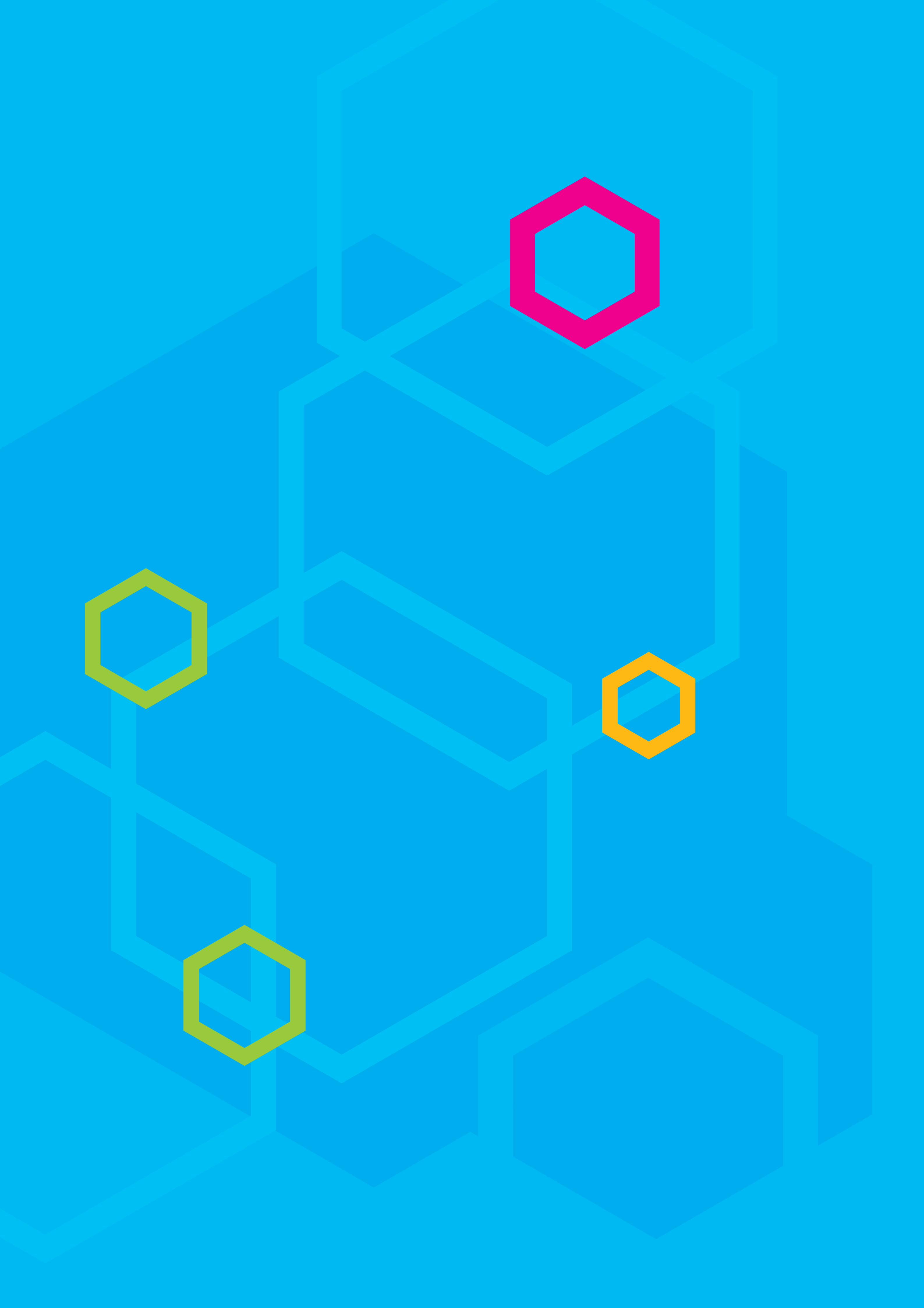
# L'assainissement
## des enjeux globaux
## une gestion locale



**GÉOGRAPHIE AU COLLÈGE**

# LIVRET PÉDAGOGIQUE

SIAAP
Service public de l'assainissement francilien
www.siaap.fr



# Préambule

L'assainissement se définit comme l'ensemble des techniques de collecte, de transport et de traitement des eaux usées, permettant de rejeter des eaux épurées dans le milieu naturel. Développer le thème de l'assainissement amène à dépasser la technique mise en œuvre, c'est une porte d'entrée vers les thèmes de l'aménagement du territoire, de l'écologie ou encore de l'histoire des sociétés autour de l'eau. C'est un levier pour la compréhension des interactions entre l'Homme et les éléments de la planète. Chacun est acteur de la gestion de l'eau et agit de façon d'autant plus responsable qu'il en comprend les mécanismes.

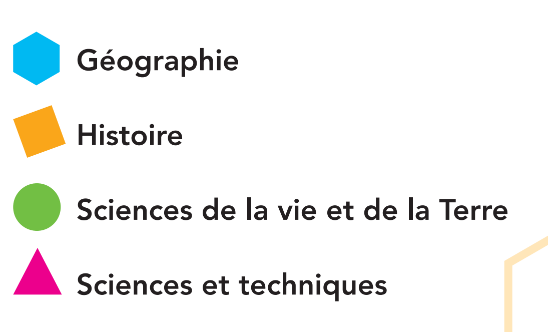
Soucieux de participer à l'effort global de responsabilisation écologique des citoyens, notamment des plus jeunes, et désireux de répondre aux attentes des enseignants du collège, le SIAAP propose une collection de livrets pédagogiques offrant une approche complète de l'assainissement : Les livrets de La Cité de l'Eau et de l'Assainissement.

## LA COLLECTION *LES LIVRETS DE LA CITÉ DE L'EAU ET DE L'ASSAINISSEMENT*

Après un livret pour les écoles élémentaires édité en 2009, *L'assainissement en région parisienne et la préservation des milieux aquatiques*, le SIAAP propose un outil aux enseignants des collèges de la région parisienne. Les mêmes thèmes (cycle technique de l'eau, épuration des eaux usées, protection des milieux aquatiques) sont ici approfondis et ordonnés selon différentes disciplines, toujours en s'appuyant sur les caractéristiques de l'Île-de-France et du bassin de la Seine, territoires où œuvre le Syndicat.

Pour le niveau collège, la collection comporte quatre volumes thématiques, utilisables de la sixième à la troisième :
**Géographie :** L'assainissement, des enjeux globaux, une gestion locale
**Histoire :** De Lutèce à l'agglomération parisienne, 2 000 ans d'assainissement
**Sciences de la vie et de la Terre :** Les enjeux écologiques de l'assainissement en région parisienne
**Physique-chimie, sciences de la vie et de la Terre, technologie :** Eaux usées et assainissement dans l'agglomération parisienne

Si ces ouvrages sont destinés à être consultés par l'enseignant de la discipline étudiée, *Les livrets de La Cité de l'Eau et de l'Assainissement* n'en restent pas moins l'outil d'une approche transdisciplinaire du thème de l'assainissement. Des pastilles de couleur "Pour aller plus loin", intégrées dans le corps du texte, signalent à cet effet les éléments développés dans un autre livret de la collection.



# LE LIVRET GÉOGRAPHIE : DES ENJEUX GLOBAUX, UNE GESTION LOCALE

## *POURQUOI ÉTUDIER L'ASSAINISSEMENT EN GÉOGRAPHIE ?*

L'assainissement, c'est la préservation de l'eau à toutes les échelles.

À l'échelle planétaire, l'eau est une ressource rare, précieuse et menacée. L'eau douce représente une infime partie de l'eau sur Terre, tout en étant indispensable au monde vivant. De plus en plus menacées par les activités humaines, les eaux douces voient leur qualité dégradée tout autour du globe, occasionnant des difficultés d'approvisionnement en eau potable. De plus, de grandes disparités existent entre les pays en ce qui concerne la disponibilité physique de l'eau, mais aussi les moyens financiers et techniques pour la traiter.



À l'échelle locale, les fleuves ne présentent pas les mêmes caractéristiques géographiques et ne subissent pas les mêmes pressions anthropiques. Lors de son parcours, un même fleuve traverse des régions aux paysages variés et aux activités très diverses ; il en résulte des fluctuations de son état.

Ce livret propose dans sa première partie une mise en contexte au niveau mondial, permettant ainsi une réflexion sur la place de l'Homme sur la Terre et les inégalités entre les sociétés. L'assainissement est présenté selon une vision globale, par le prisme des différents enjeux qui lui sont associés : sanitaires, environnementaux, économiques et sociaux.

La deuxième partie s'attache à décrire les caractéristiques géographiques, au sens large, d'un fleuve – la Seine – et du territoire qui lui est associé. Il s'agit d'appréhender le caractère singulier de ce fleuve très anthropisé.

En réponse aux problématiques soulevées, l'assainissement apporte des solutions réelles et se place comme un maillon essentiel pour un développement plus harmonieux de notre civilisation. Dans le cadre de son activité, le SIAAP intègre les enjeux environnementaux et humains aux échelles mondiale et locale. Cette démarche fait l'objet de la troisième partie de cet ouvrage.

## LE SIAAP, SERVICE PUBLIC DE L'ASSAINISSEMENT FRANCILIEN

Le Syndicat Interdépartemental pour l'Assainissement de l'Agglomération Parisienne est un établissement public qui dépollue chaque jour les eaux usées de plus de 8,5 millions de Franciliens, ainsi que les eaux industrielles et pluviales de l'agglomération parisienne. Une eau propice au développement du milieu naturel est ainsi rendue à la Seine et à la Marne.



La Cité de l'Eau et de l'Assainissement, centre de formation et de documentation du SIAAP à Colombes (92), s'est engagée dans l'éducation au développement durable par l'intermédiaire de son service de médiation pédagogique. Sa mission est de sensibiliser les élèves de tous niveaux aux enjeux de la préservation de la ressource en eau et des milieux aquatiques, et de leur enseigner les mécanismes de l'assainissement. Elle propose également des formations aux étudiants sur les techniques de transport et de traitement des eaux usées.

### *LE SIAAP EN QUELQUES CHIFFRES*

- 4 départements constitutifs (Paris, Hauts-de-Seine, Seine-Saint-Denis, Val-de-Marne)
- 286 communes (sur les huit départements d'Île-de-France)
- 8,5 millions de Franciliens concernés par l'épuration de leurs eaux usées
- 5 stations d'épuration (6 en 2012)
- 430 km de réseaux
- 2 000 km² de territoire de collecte
- 2,5 millions de m³ d'eaux usées traitées quotidiennement, soit l'équivalent de 700 piscines olympiques remplies chaque jour d'eaux usées.



# Mode d'emploi du livret géographie et insertion dans les programmes

Le corps du livret est destiné aux enseignants d'histoire-géographie-éducation civique au collège. L'enseignant y trouvera un **contenu informatif** consacré à l'assainissement dans le monde et en région parisienne. Les sujets y sont traités de façon à refléter une partie des **programmes de l'Éducation nationale**[1] en géographie (et ponctuellement en éducation civique) des quatre niveaux.

À la fin du livret, des **propositions d'activités** (réalisation de croquis, étude de cas, analyse de documents, etc.), directement en lien avec les programmes, sont suggérées.

| 6E : LA TERRE, PLANÈTE HABITÉE | | |
|---|---|---|
| LE PROGRAMME | LE LIVRET | |
| Partie I : Mon espace proche : paysages et territoire | L'eau, naturelle ou domestiquée, fait partie intégrante du paysage et est une composante majeure pour la compréhension d'un territoire (les cycles de l'eau). | I. A. 1. |
| | La notion de bassin versant et les activités qui s'y déroulent. | II. |
| Partie II : Où sont les hommes sur la Terre ? | Approche mondiale de la problématique de l'assainissement. Présentation des grandes dynamiques du peuplement de notre planète, dont les conséquences en matière de gestion des eaux usées sont majeures. | I. B. |
| Partie III : Habiter la ville | L'analyse de la gestion de l'eau en ville permet d'appréhender tous les facteurs intervenant dans la constitution d'un paysage urbain (histoire, cadre naturel, démographie, niveau de développement, etc.). | I. |
| | Plusieurs approches originales de l'impact des villes sur le milieu. | I. B. 2. |

1/ Programmes issus du bulletin officiel n°6 du 28 août 2008 (Ministère de l'Éducation nationale).

## 5E : HUMANITÉ ET DÉVELOPPEMENT DURABLE

| LE PROGRAMME | | LE LIVRET | |
|---|---|---|---|
| Partie | Thème | Propos | Chapitre |
| **I - La question du développement durable** | *Th. 1 : Les enjeux du développement durable* | Les enjeux d'une gestion durable du territoire du bassin de la Seine. | II. |
| | *Th. 2 : Les dynamiques de la population et le développement durable* | La gestion des eaux usées est au cœur des préoccupations environnementales et sociales pour un développement durable et est liée à l'augmentation de la population mondiale. | I. B. |
| | | Les actions de développement durable réalisées par le SIAAP (Agenda 21, coopération décentralisée). | III. |
| **II - Des sociétés inégalement développées** | *Th. 1 : Des inégalités devant la santé*<br>*Th. 4 : La pauvreté dans le monde* | L'accès à l'assainissement souffre d'une inégale répartition dans le monde, impliquant d'importants problèmes de santé publique et reflétant les grands foyers de pauvreté. | I. A. |
| **III - Des hommes et des ressources** | *Th. 2 : La question de l'accès à l'eau* | Il ne suffit pas d'avoir accès à l'eau, il faut de surcroît qu'elle soit de bonne qualité. Le rôle de l'assainissement, bien que fondamental, est peu visible et méconnu. | I. A. 1. |

## 4E : APPROCHES DE LA MONDIALISATION

| LE PROGRAMME | | LE LIVRET | |
|---|---|---|---|
| Partie | Thème | Propos | Chapitre |
| **II - Les territoires dans la mondialisation** | *Th. 3 : Les pays pauvres* | La problématique de l'assainissement est un marqueur de pauvreté majeur et ne peut être omise dans l'étude d'un pays moins avancé. | I. A. 2. |

## 3E : LA FRANCE ET L'EUROPE DANS LE MONDE D'AUJOURD'HUI

| LE PROGRAMME | | LE LIVRET | |
|---|---|---|---|
| Partie | Thème | Propos | Chapitre |
| **I - Habiter la France** | *Th. 1 : De la ville à l'espace rural, un territoire sous influence urbaine* | L'impact du développement urbain sur l'environnement. | I. A. 2. |
| | *Th. 2 : La région* | L'enjeu de l'assainissement en Île-de-France. | I. B. |
| | *Th. 3 : Le territoire national et sa population* | Le bassin de la Seine, le plus anthropisé des fleuves français. | II. B. |
| **II - Aménagement et développement du territoire français** | *Th. 1 : Les espaces productifs* | La Seine traverse des paysages très variés, aux productions différentes : agriculture, industrie, services. | II. B. |
| | *Th. 2 : L'organisation du territoire français* | De forts contrastes apparaissent entre l'agglomération parisienne, qui concentre les plus grandes richesses, et d'autres espaces moins dynamiques. | II. B. 2. |



# Sommaire

# I. L'assainissement dans le monde

**L'assainissement, c'est-à-dire la collecte, le transport et le traitement des eaux usées avant leur rejet dans le milieu naturel, répond à deux objectifs principaux : la santé publique et la préservation de l'environnement. Au Nord, si les aspects sanitaires restent au cœur des préoccupations, les enjeux de l'assainissement se sont fortement orientés vers la protection de l'environnement. Au Sud, la santé publique reste le principal moteur des programmes d'assainissement.**

## A. L'ASSAINISSEMENT ET LA RESSOURCE EN EAU

L'assainissement est lié aux deux grands enjeux qui lui sont associés (santé et environnement) par son influence sur la ressource en eau. Aussi, avant d'approfondir les problématiques propres à l'assainissement, il est nécessaire de rappeler succinctement pourquoi la ressource en eau douce est rare et, de plus, menacée par les activités humaines.

### *1/ LES CYCLES DE L'EAU ET LA DISPONIBILITÉ DE LA RESSOURCE*

#### Les cycles de l'eau

La crise mondiale de l'eau est une réalité qui ne peut s'expliquer par une quelconque indisponibilité physique de la ressource en eau. Il faut, pour aborder sereinement cette problématique et ses enjeux, considérer certains aspects "clefs" concernant la ressource en eau à l'échelle de notre planète :

- la quantité d'eau sur Terre est constante ;
- la forme physique de l'eau varie (liquide, vapeur, glace, neige…) ;
- la composition chimique de l'eau est variable et on y trouve différents éléments (dissous ou non) qui peuvent altérer sa qualité.

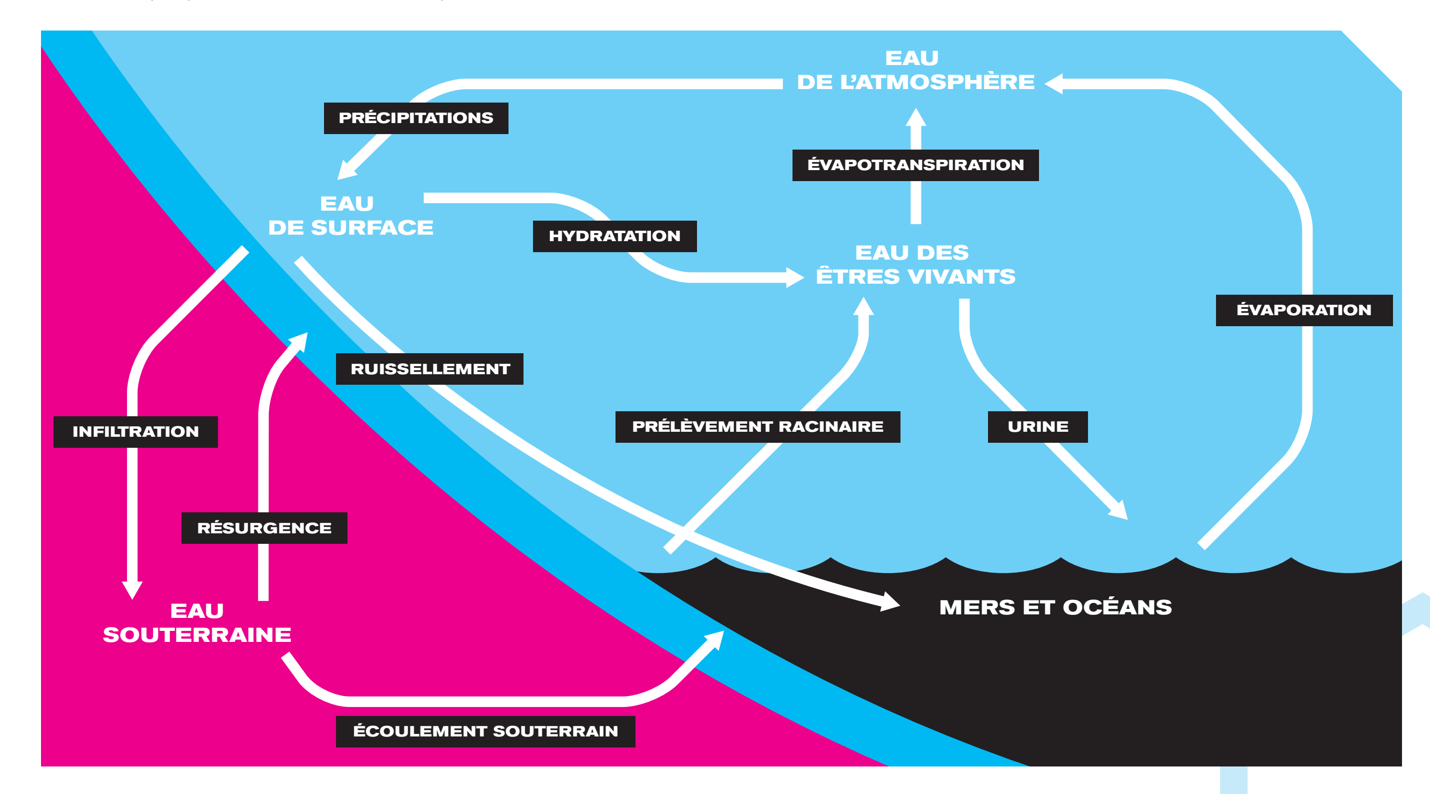



*Figure 1 : Le cycle naturel de l'eau*

***Un problème de qualité et non de quantité***

Contrairement aux réserves de combustibles fossiles, dont l'extraction et la consommation aboutiront à la raréfaction, puis à la disparition, la ressource en eau reste constante. L'eau séjourne au sein de différents réservoirs, durant des périodes variables, mais chacun des réservoirs est destiné à être réapprovisionné (figure 1).

Le problème ne réside donc pas dans la quantité d'eau disponible à l'échelle planétaire, mais dans la qualité de la ressource. Les hommes, qui consomment l'eau dans le cadre de leurs activités domestiques, industrielles ou agricoles, altèrent inévitablement sa qualité. L'ensemble des traitements que subit l'eau depuis son prélèvement dans les cours d'eau et les nappes phréatiques, jusqu'à son rejet dans le fleuve, est appelé le cycle technique de l'eau (figure 2), ou cycle domestique de l'eau.

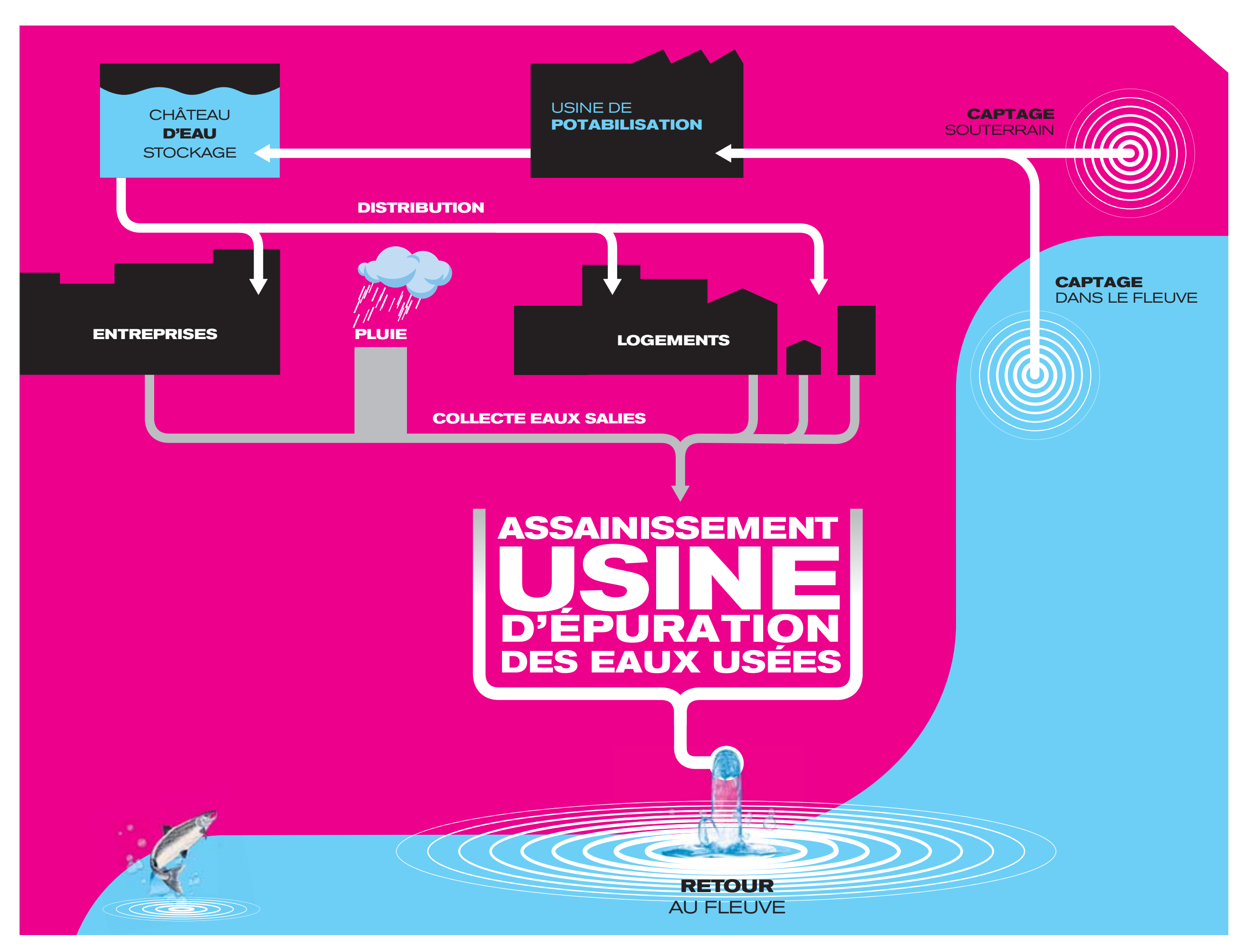



*Figure 2 : Le cycle technique de l'eau*

Afin de garantir une eau propre à la consommation humaine, des usines de potabilisation assurent l'élimination des éléments potentiellement néfastes pour la santé humaine. L'eau est ensuite stockée, puis distribuée aux habitations et aux entreprises.

Après usage, l'eau usée transporte différents polluants rendant son rejet dangereux pour la santé et l'environnement. Des traitements sont nécessaires avant de rejeter l'eau et de lui permettre de rejoindre son cycle naturel ; ils sont assurés au sein des stations d'épuration.

Dans la ville, l'eau circule dans un réseau artificiel. Elle est acheminée via un réseau d'adduction d'eau potable et, après utilisation, est évacuée par un réseau d'égout.

Visualiser le cycle technique de l'eau permet de bien comprendre la fonction majeure de l'assainissement : il est indispensable de rendre une eau propre au milieu naturel puisque les sociétés humaines ont besoin d'y prélever une eau propre pour vivre. À l'inverse, l'absence ou l'inefficacité des dispositifs d'assainissement induisent la dispersion dans l'environnement de divers éléments polluants (notamment issus des matières fécales). Ces polluants contaminent alors les réserves d'eau utilisées par les populations. On comprend donc aisément pourquoi eaux usées et eau potable sont intimement liées.

## Un inégal accès à l'eau potable

La dépendance des sociétés humaines vis-à-vis de la ressource en eau est une réalité globale et pérenne. Pourtant, les disparités concernant l'accès à l'eau potable sont fortes. Il est possible d'envisager plusieurs facteurs expliquant ce phénomène : le volume des réserves d'eau du sous-sol (nappes phréatiques) et de surface (lacs, rivières), et le niveau de développement économique. L'observation des trois cartes suivantes permet d'étudier ces deux facteurs dans l'analyse géographique de l'accès à l'eau potable dans le monde.

### *Analyse de deux facteurs explicatifs : ressources en eau et PIB*

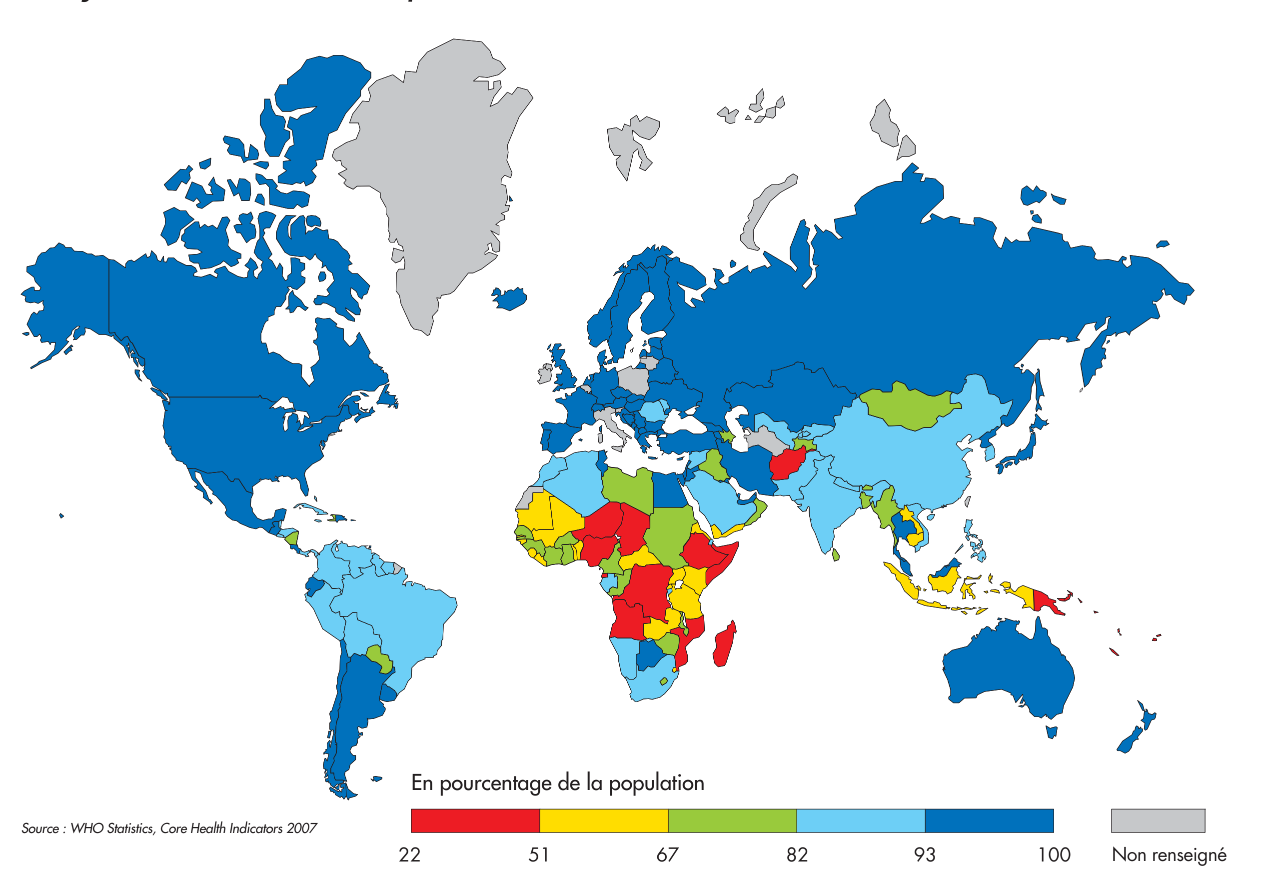



*Figure 3 : Population ayant accès à l'eau potable*

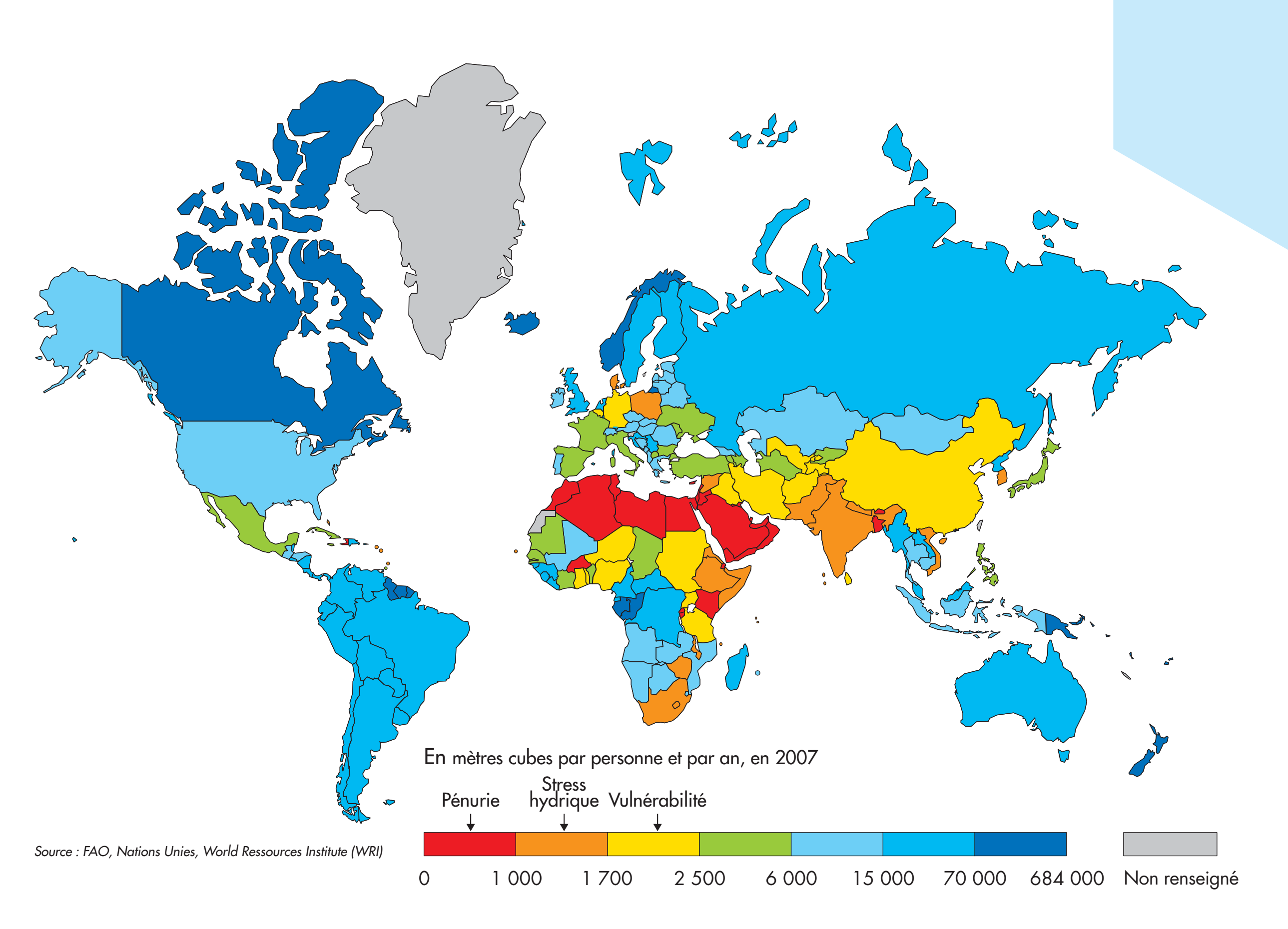



*Figure 4 : Quantité d'eau disponible par habitant*

Source : FMI, 2007

PIB par habitant ($US)

0 | 1 000 | 3 000 | 5 000 | 10 000 | 20 000 | 30 000 | 80 000 | Non renseigné

*Figure 5 : Produit intérieur brut par habitant*

La carte de l'accès à l'eau potable (figure 3) met en avant une disparité franche entre les pays développés et les pays moins développés localisés en Afrique, en Amérique du Sud et en Asie du Sud-Est. À partir de ce constat, il est possible de formuler deux hypothèses : ces disparités sont principalement liées à une cause naturelle (la disponibilité en eau douce) ou à une cause économique (par exemple le PIB). L'analyse se limite ici à une comparaison de cartes par États.

La répartition des volumes d'eau disponibles dans les réserves (de surface ou souterraines, figure 4) nous indique que les manques drastiques d'eau potable ne sont pas directement dus à la rareté absolue de l'eau. Si une grande partie de l'Afrique et de l'Asie du Sud sont marquées par un déficit de la ressource en eau, qui se répercute sur l'accès à l'eau potable, l'Afrique centrale, l'Amérique latine et certains États d'Asie du Sud-Est sont touchés par des difficultés d'accès à l'eau potable tout en étant pourvus d'importantes réserves d'eau douce.

La carte présentant le produit intérieur brut (figure 5) met en évidence une nette corrélation entre l'accessibilité à l'eau potable et le niveau de richesse.

À quelques exceptions près, nous pouvons considérer que des ressources suffisantes en eau douce sont une condition nécessaire mais non suffisante pour un large accès de la population à une eau potable. En revanche, le niveau économique d'un pays influence directement le niveau d'accès à une eau salubre.

## LE MANQUE D'EAU EN QUELQUES CHIFFRES

- 20 litres par jour, c'est la quantité d'eau salubre minimale pour assurer les besoins élémentaires d'un être humain.
- 1,1 milliard de personnes, soit un humain sur six, se contentent de 5 litres d'eau par jour.
- Deux personnes sur trois qui n'ont pas accès à l'eau salubre vivent avec moins de 2 dollars par jour, et une sur trois avec moins d'1 dollar par jour[2].

2/ "Rapport mondial sur le développement humain 2006", Programme National des Nations unies pour le développement, éd Economica, 2006.

## 2/ UNE COUVERTURE EN ASSAINISSEMENT INSUFFISANTE

### L'ampleur du déficit d'assainissement

Lorsqu'elles disposent des capacités financières nécessaires, les sociétés intègrent l'assainissement dans leur cycle technique de l'eau. Le coût des installations reste prohibitif pour un grand nombre de pays. 2,6 milliards de personnes n'ont pas accès à des infrastructures d'assainissement[3] qui garantissent une protection minimale de l'eau consommée par la population. Si on considère l'accès à des toilettes privées installées à proximité d'une arrivée d'eau courante (conditions d'hygiène fortement souhaitables), ce déficit atteint 4 milliards de personnes.

Dans ce contexte, l'assainissement de base[4] correspond à "l'accès à un système d'évacuation des excreta amélioré, ce qui inclut les connexions à un système d'égout, à une fosse septique, à une latrine à siphon hydraulique, à fosse simple ou à fosse améliorée ventilée. En revanche, ne font pas partie des systèmes *améliorés* les latrines publiques ou partagées, les latrines à ciel ouvert (cas de nombreuses latrines à fosse simple), les latrines à seau et bien évidemment la défécation en plein air, en sachet plastique".

Dans le monde, l'accès à l'assainissement de base est fortement variable (figure 6). On observe que les pays développés (d'Europe, d'Amérique du Nord, d'Océanie et le Japon) sont généralement couverts par un réseau d'assainissement complet, permettant l'évacuation et le traitement des eaux usées. À l'opposé, les pays moins développés (d'Afrique, d'Asie et d'Amérique latine) présentent des taux d'équipement beaucoup plus faibles.

Comme pour les soins médicaux, la nourriture et l'eau potable, l'accès à l'assainissement est marqué par le fossé économique qui sépare les pays du Nord et ceux du Sud.

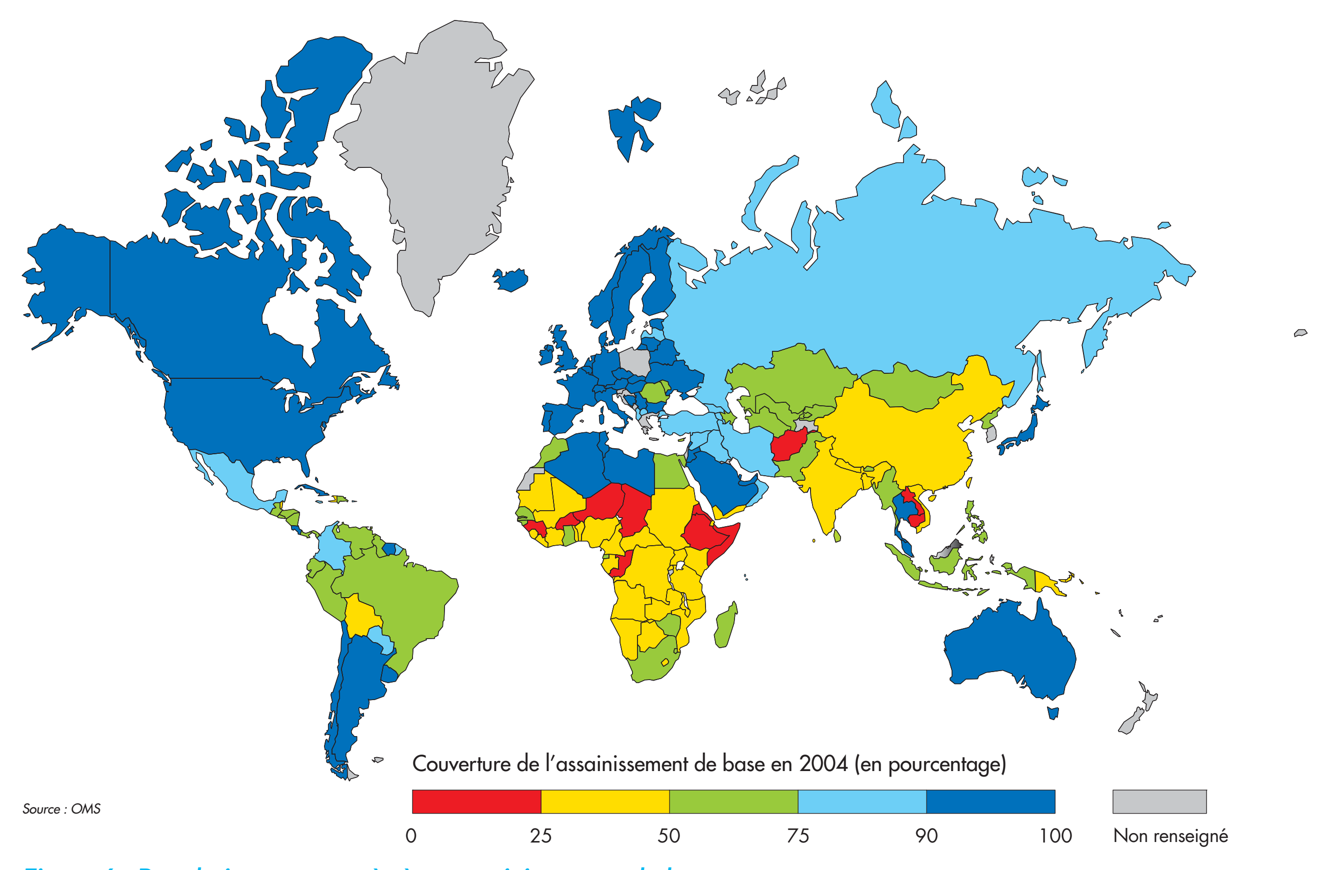



**Figure 6 : Population ayant accès à un assainissement de base**

3/ "Rapport mondial sur le développement humain 2006", PNUD.
4/ La couverture mondiale de l'assainissement de base provient d'une estimation effectuée par le Water and Sanitation Program en 2002 (le Programme sur l'eau et l'assainissement, branche de la Banque mondiale, est un partenariat international qui réunit les grandes agences de développement : http://www.wsp.org/).

Une prise de conscience de la priorité à donner à l'assainissement se produit depuis quelques années. Ainsi, l'assainissement fait partie des objectifs du millénaire pour le développement définis en 2000 : diviser par deux le pourcentage de personnes n'ayant pas accès à des sanitaires d'ici à 2015 (cf. encadré) ; l'Assemblée générale des Nations unies a en outre proclamé 2008 Année internationale de l'assainissement.

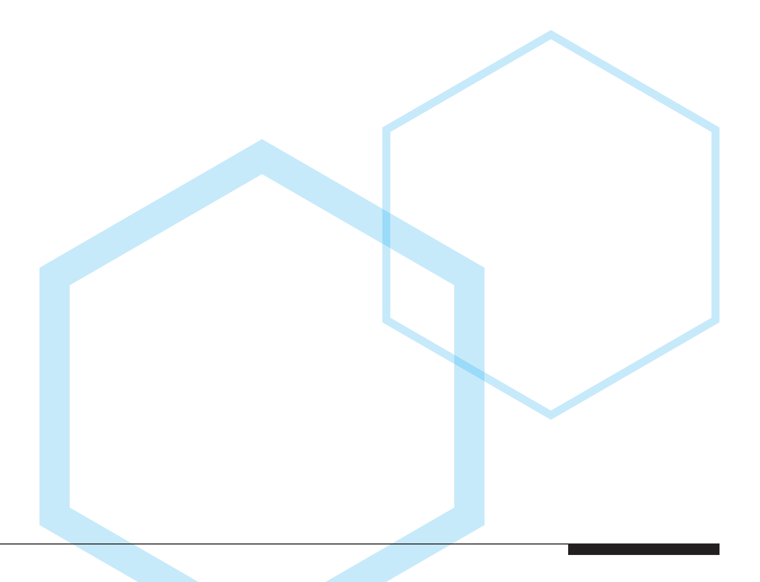
### L'EAU ET L'ASSAINISSEMENT AU CŒUR DES ENJEUX DU DÉVELOPPEMENT HUMAIN

Les objectifs du millénaire pour le développement (OMD) ont été rédigés par le Programme des Nations unies pour le développement (PNUD) sur la base d'une idée directrice : l'inégalité de la condition humaine dans le monde n'est pas inéluctable et il convient de réduire les facteurs qui en sont responsables, tels que l'assainissement. Ils ont pour but de réduire d'ici à 2015 la pauvreté extrême et d'accroître la liberté humaine. Les thèmes dominant la réflexion développée dans les OMD sont la pauvreté, la faim, l'éducation, la santé et l'égalité des sexes.

L'objectif 7, intitulé "Préserver l'environnement", inclut les problématiques liées à l'eau. La cible 7.C. en particulier, "Réduire de moitié, d'ici à 2015, le pourcentage de la population qui n'a pas d'accès à un approvisionnement en eau potable ni à des services d'assainissement de base", propose une réflexion sur une gestion globale et durable de la ressource en eau. Cependant, la question de l'eau est présente dans chacun des huit objectifs.

Depuis 1990, le nombre de personnes utilisant des installations sanitaires améliorées a augmenté de plus d'un milliard. Le taux de couverture par un assainissement de base est ainsi passé de 18 % à 35 % entre 1990 et 2004 en Asie du Sud. Néanmoins, un pourcentage peut masquer une réalité différente. Si partout dans le monde le pourcentage de personnes n'ayant pas accès à des infrastructures d'assainissement baisse, il convient de garder à l'esprit que le nombre de personnes continue quant à lui d'augmenter, du fait de l'accroissement démographique (en Afrique, le nombre de personnes non équipées est ainsi passé de 353 000 à 463 000 en quinze ans)[5].

Pour conclure, malgré les améliorations en cours, on sait d'ores et déjà que les OMD en matière d'assainissement ne seront pas atteints partout : on estime qu'il faudra attendre 2019 pour l'Asie du Sud et 2076 pour l'Afrique.



5/ *Assurer l'assainissement pour tous*, Arene Île-de-France, pS-Eau, SIAAP, 2009.

## Les conséquences du déficit d'assainissement

Un système d'assainissement a pour fonction première l'évacuation des excréments et des urines. En l'absence de telles infrastructures, les déjections humaines restent à proximité des lieux de vie. Au-delà des gênes évidentes occasionnées par les odeurs, l'absence de système d'assainissement a des conséquences sanitaires directes, mais également des conséquences indirectes d'ordre économique, social et humain.

### Les maladies hydriques

À l'échelle mondiale, l'impact des maladies hydriques, en général de type diarrhéique, est considérable. Dans les pays développés, les épidémies de gastro-entérites sont régulières mais les symptômes sont limités dans leurs effets et leur durée. Il faut considérer que les populations "à risque" des pays en développement sont fragilisées par la malnutrition, le manque d'eau potable et le faible accès aux soins hospitaliers.

- Chaque année, 2 millions de personnes meurent de maladies diarrhéiques, dont 90 % d'enfants de moins de cinq ans (soit 5000 enfants par jour).
- 88 % de ces maladies sont liées aux problèmes de qualité de l'eau, d'assainissement et d'hygiène.

Une maladie hydrique est provoquée par l'ingestion ou le contact avec une eau insalubre, en particulier lorsqu'elle a été contaminée par des déjections. En effet, de nombreux organismes responsables de maladies chez l'Homme passent une partie de leur cycle de vie dans les excréments et urines humaines ou animales. Ces organismes sont pour la plupart microscopiques.

Maillon essentiel des écosystèmes, les micro-organismes peuvent être des producteurs primaires (ayant la capacité d'utiliser la matière inorganique pour se développer) ou des recycleurs (consommant la matière organique des végétaux ou animaux morts et participant ainsi au recyclage des éléments constitutifs de la vie : carbone, azote, etc.).

Parmi les micro-organismes résidant dans les matières fécales, certains sont pathogènes. Lorsqu'ils sont ingérés ou pénètrent d'une autre façon dans l'organisme, ils sont responsables de maladies. La contamination peut avoir lieu de différentes façons[6] :

- consommation d'une eau contaminée par des matières fécales ;
- contact des mains sales avec la bouche ;
- fertilisation des terres agricoles avec des eaux d'égouts ;
- contamination par un hôte intermédiaire (exemple : le moustique) ;
- pénétration au travers de la peau.




*> Les micro-organismes dans les écosystèmes aquatiques*




*> Principes du traitement biologique*

Les organismes responsables de maladies sont de différents types. Par ordre croissant de taille on trouve les virus, les bactéries, les champignons, les protozoaires et les vers. Des exemples sont décrits succinctement pour chaque catégorie[7]. Les premiers moyens de prévention face à ces maladies sont dans tous les cas un système d'assainissement et une hygiène stricte autour de l'eau de consommation.



6/ *Safe Drinking Water*, S.E. Hrudey, E.J. Hrudey, Hardback, 2004.
7/ *Microbiologie*, L.M. Prescott, J.P. Harley, D. Klein, De Boeck, 2003 et *Microbiologie*, J. Perry, J. Staley, S. Lory, Dunod, 2004.

## • *Les virus*

Cette catégorie constitue la forme la plus simple d'organisme pathogène. Le virus est constitué d'au moins une coque (appelée capside) qui enferme son ADN ou ARN, structures chimiques constituant l'identité génétique. Pour se reproduire, les virus infectent une cellule et s'y multiplient.
Les virus véhiculés dans les eaux usées sont responsables en grande partie des gastro-entérites.

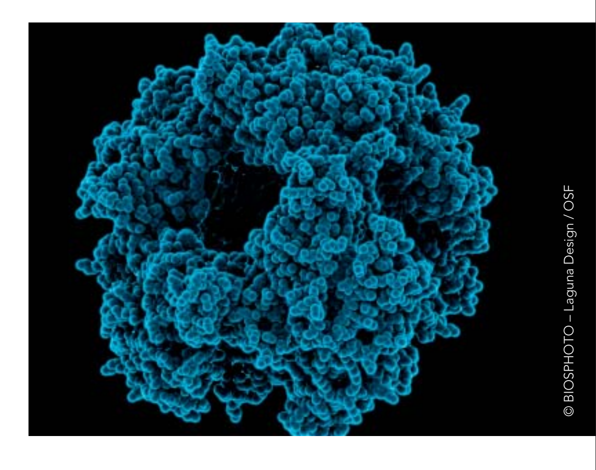


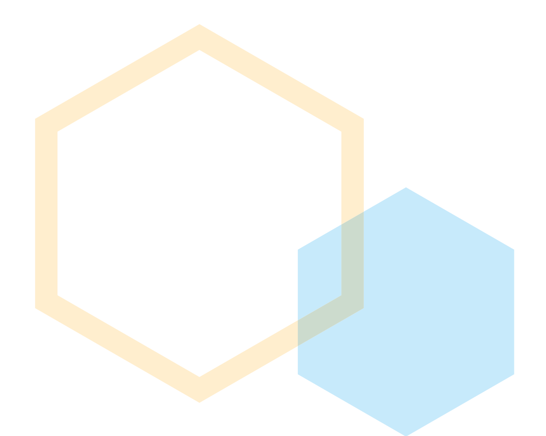


*Figure 7 : Vue au microscope de Rotavirus (représentation tridimensionnelle)*

Poliovirus
*Maladie associée :* **poliomyélite**
*Épidémiologie :* éradiqué à 99 % depuis 1988, le virus persiste en Afghanistan, en Inde, au Nigeria et au Pakistan. Seulement 1625 cas en 2008 dans ces 4 pays principaux contre 350 000 cas dans 125 pays en 1988.
*Prévention et traitement :* vaccination, pas de traitement.

Rotavirus
*Maladie associée :* **gastro-entérite**
*Épidémiologie :* principale cause de mortalité infantile dans le monde, le Rotavirus est à l'origine du décès d'un demi-million d'enfants de moins de 5 ans par an. Des épisodes épidémiques sont réguliers dans le monde entier (épisode hivernal systématique), mais le plus grand nombre de décès ont lieu en Afrique de l'Ouest et en Asie du Sud-Est.
*Prévention et traitement :* pas de traitement antiviral spécifique. L'immunité acquise après la contamination est efficace uniquement contre le spécimen (sérotype) responsable de la contamination. Deux vaccins disponibles.

Norovirus
*Maladie associée :* **gastro-entérite**
*Epidémiologie :* c'est l'agent qui occasionne le plus de gastro-entérites, souvent d'origine alimentaire, toutes classes d'âge confondues. Il est très actif à l'échelle mondiale. On estime que 90 % des adultes ont déjà été contaminés par le Norovirus.
*Prévention et traitement :* ni antiviral ni vaccin. Attention à porter aux fruits de mer crus.



### • *Les bactéries*

Les bactéries constituent la forme d'organismes responsables de maladies hydriques qui a été identifiée en premier par Louis Pasteur. Ce sont des organismes unicellulaires dont le matériel génétique n'est pas protégé par une coque. Les bactéries présentent la particularité de pouvoir se développer dans tous les milieux. Cette caractéristique, appelée ubiquité bactérienne, implique leur présence dans tous les écosystèmes.

Un grand nombre de bactéries vivent en symbiose avec notre organisme et participent notamment au processus de digestion des aliments. Une faible proportion du monde bactérien (environ 3 %) est pathogène. La capacité d'adaptation des bactéries aux milieux hydriques facilite leur survie dans les eaux usées.




***Figure 8 : Vue au microscope de Leptospira***

*Escherichia coli*
*Maladies associées :* **gastro-entérites, infections urinaires, méningites, septicémies**
*Epidémiologie :* cette bactérie intestinale très commune est majoritairement sans danger mais il existe des formes pathogènes (telle que *Escherichia coli* entérohémorragique). Sa présence dans l'eau, lorsqu'elle est détectée en grande quantité, indique la contamination potentielle de l'eau par des bactéries plus virulentes, comme *Salmonella typhi* ou *Shigella dysenteriae*, respectivement responsables du typhus et de la dysenterie bactérienne.
*Prévention et traitement :* cuisson à plus de 70 °C des viandes.

*Leptospira interrogans*
*Maladie associée :* **leptospirose**
*Epidémiologie :* surtout dans les zones chaudes et humides d'Asie, d'Afrique et d'Amérique latine, également dans les cours d'eau des régions tempérées (les rongeurs sont des hôtes intermédiaires).
*Prévention et traitement :* vaccin (contre une seule souche), information près des lieux de baignade, contrôle des eaux.

*Vibrio cholerae*
*Maladie associée :* **choléra**
*Épidémiologie :* épidémies régulières dans les pays en développement (plus de 6000 décès par an, 230 000 cas ont été notifiés en 2006).
*Prévention et traitement :* plusieurs vaccins disponibles, mais avec un prix de 20 dollars la dose et une efficacité de six mois à un an, ils sont inaccessibles aux populations les plus pauvres.

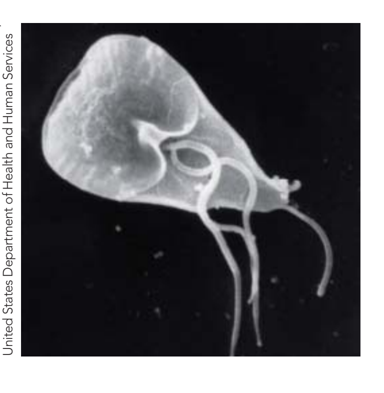
### • Les champignons

Les champignons sont des organismes dont la reproduction s'effectue par spores. Ils se nourrissent par absorption et sont dépourvus de chlorophylle. Ces organismes sont en grande partie pathogènes et infectent plantes et animaux. Chez les plantes, ce sont les principaux responsables de maladies telles que le mildiou. En revanche, une partie des champignons entretient une relation symbiotique avec les plantes ; sur les racines, elle participe en particulier à une bonne absorption de l'eau. Chez les animaux, les maladies causées par les champignons sont appelées mycoses.
Tout comme les bactéries, ils dégradent la matière organique et participent au recyclage des éléments nutritifs. Parmi les centaines de milliers d'espèces identifiées sur Terre, environ cinquante provoquent une maladie chez l'être humain.




*Figure 9 : Vue au microscope d'Aspergillus*

*Aspergillus fumigatus*
*Maladie associée :* **aspergillose** (affection des poumons, nocive si le système immunitaire est affaibli)
*Épidémiologie :* champignon présent dans les matières organiques en décomposition au niveau des canalisations inusitées ou des bras morts. Ses spores sont transportées dans l'air, puis inhalées.
*Prévention et traitement :* contrôle des canalisations et des dispositifs de filtration d'air, traitements.




### • Les protozoaires

Les protozoaires sont des organismes constitués d'une seule cellule et dotés d'un noyau. Ils sont pour la plupart capables de se déplacer et peuvent parasiter l'intestin grêle. Seuls vingt genres de protozoaires sont responsables de maladies humaines mais, à l'échelle mondiale, leur impact est considérable.

*Figure 10 : Vue au microscope de Giardia*

*Giardia lamblia*
*Maladie associée :* **giardiase** (infection intestinale avec troubles digestifs)
*Épidémiologie :* distribution mondiale.
*Prévention et traitement :* traitement antiparasitaire.

*Entamoeba histolytica*
*Maladie associée :* **amibiase** (infection intestinale avec troubles digestifs, forme de dysenterie)
*Épidémiologie :* 10 % de la population mondiale infectée, principalement dans les pays dont les conditions d'évacuation des eaux usées et d'hygiène générale sont mauvaises.
*Prévention et traitement :* traitement.

*Plasmodium*
*Maladie associée :* **paludisme** (pas à proprement parler une maladie hydrique, mais son occurrence est directement liée à la présence de l'eau et c'est de plus la parasitose la plus répandue dans le monde).
*Épidémiologie :* transmis à l'Homme par une piqûre d'anophèle (moustique majoritairement présent dans les régions chaudes et marécageuses), 400 à 900 millions de cas de fièvre et entre 1 et 3 millions de morts par an. 80 % des cas sont situés en Afrique subsaharienne.
*Prévention et traitement :* vaccins en phase d'essais, traitements prophylactiques ou curatifs.

### • *Vers et œufs parasites*



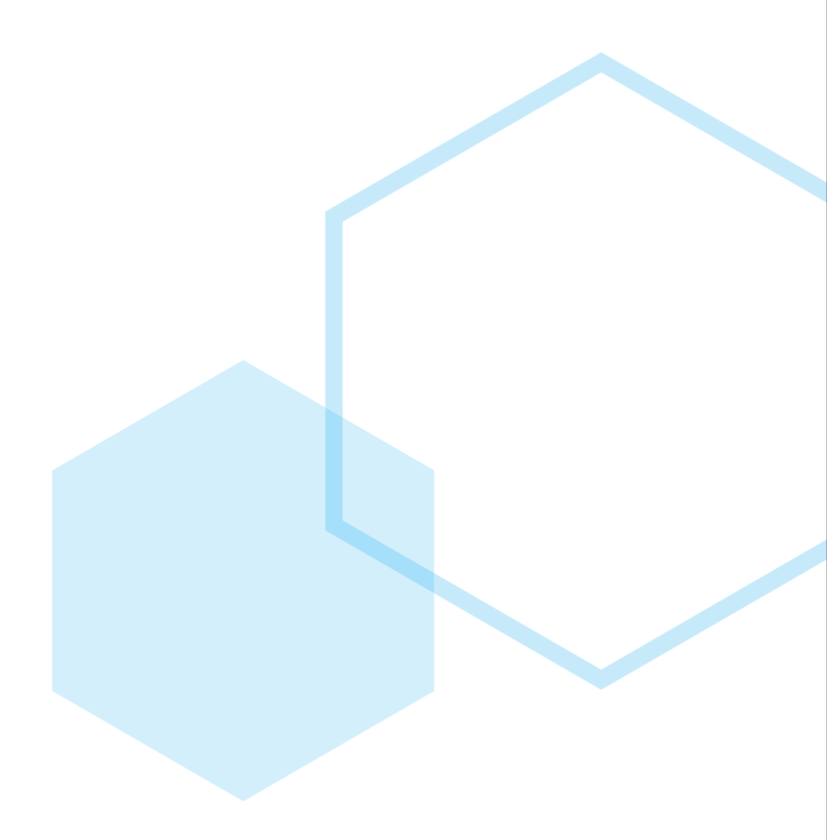

Les vers parasites (ou helminthes) forment un ensemble très hétérogène, caractérisé par l'absence de patte, de flagelle et d'appareil rotateur céphalique. Plus de trois milliards d'individus sont atteints d'une maladie ou d'une autre affection due à un ver ou helminthe parasite (tel que le ver solitaire).

***Figure 11 : Vue au microscope de*** **Necator**

*Ascaris lumbricoides*
*Maladie associée :* **ascaridiose**
*Épidémiologie :* vers présents chez plus d'un milliard d'individus (20 000 décès par an, forte mortalité infantile), surtout dans les zones tropicales.
*Prévention et traitement :* lavage des légumes crus (zones où les selles sont utilisées comme engrais), traitements forçant l'évacuation des vers (vermifuges).

*Ankylostoma duodenale et Necator americanus*
*Maladie associée :* **ankylostomose**
Épidémiologie : vers présents chez 1,3 milliard d'individus (65 000 décès par an), surtout dans les pays en développement, où le pourcentage de personnes infectées peut atteindre 90 %.
*Prévention et traitement :* ne pas marcher pieds nus dans les zones à risques, traitements.

Les répercussions du manque d'assainissement ne s'arrêtent pas à la santé humaine. S'y ajoutent de nombreuses conséquences qui influent sur les possibilités de développement des individus et des sociétés, ainsi que des impacts sur les milieux naturels.



## Les autres conséquences du déficit d'assainissement

• ***Conséquences sociales et humaines :***
L'absence d'installations d'assainissement est un réel obstacle à la dignité humaine. Quand les commodités sanitaires font défaut, il devient souvent impossible de se soulager à l'abri du regard des autres. Les normes en vigueur dans la plupart des sociétés sont souvent plus strictes à l'égard des femmes, confrontées parfois à l'interdiction d'assouvir leurs besoins avant la tombée de la nuit. L'absence de toilettes dans l'école ou à proximité est aussi un facteur de déscolarisation des jeunes filles.

• ***Conséquences économiques :***
Le manque d'assainissement peut être évalué en termes de dommages économiques dus à la perte de productivité (journées de travail perdues pour maladies ou garde d'enfants, temps passé à faire la queue devant des latrines publiques ou à chercher des endroits isolés) et aux dépenses de santé.

• ***Conséquences environnementales :***
Près de 90 % des rejets domestiques et industriels dans le monde sont déversés sans aucune épuration dans les milieux naturels[8], modifiant ainsi les conditions de vie des animaux et végétaux qui les peuplent.




> *Les impacts de l'Homme sur les milieux aquatiques*

Le déficit d'assainissement apparaît comme un révélateur de pauvreté, et les conséquences des maladies hydriques qui lui sont associées sont, à l'échelle mondiale, dramatiques et diverses. Pourtant, si les projets de traitement des eaux usées se montrent plus efficaces que ceux favorisant l'approvisionnement en eau potable, le second modèle est souvent privilégié, ce besoin étant plus aisément identifiable. Cependant, on estime qu'une amélioration de la qualité de l'eau potable permet de réduire la morbidité diarrhéique de 16 %, tandis qu'une amélioration de l'assainissement permet de l'abattre de 36 %[9].

## LE MANQUE D'ASSAINISSEMENT EN QUELQUES CHIFFRES[10]

- Plus de **2,5 milliards de personnes** n'ont pas accès à un système d'assainissement de base.
- 200 millions de tonnes d'excréments humains finissent dans les rivières chaque année.
- 42 000 personnes meurent chaque semaine de maladies liées au manque de salubrité et d'hygiène, soit plus de 2 millions de personnes par an.
- L'assainissement de base pourrait empêcher jusqu'à 77 % de ces infestations.
- Chaque dollar investi dans l'assainissement se traduit en moyenne par un retour sur investissement de 7 dollars (source : OMS).
- Selon les Nations unies, il faudrait **10 milliards de dollars par an** pendant dix à vingt ans pour gagner la bataille de l'assainissement, soit :
  - moins de 1 % des dépenses militaires mondiales ;
  - un tiers des dépenses mondiales en bouteilles d'eau ;
  - l'équivalent de ce que les Européens dépensent chaque année en glaces.

8/ *Assurer l'assainissement pour tous*, Arene Île-de-France, pS-Eau, SIAAP, 2009.
9/ *Eau, hygiène, assainissement pour les populations à risque*, Action contre la faim, Hermann, 2006.
10/ *Assurer l'assainissement pour tous*, Arene Île-de-France, pS-Eau, SIAAP, 2009.

# B. DES HOMMES DANS LA VILLE

Les techniques d'assainissement diffèrent selon le type de zone (urbaine ou rurale), le contexte géographique et climatique, la taille de la population, les moyens disponibles et les habitudes culturelles[11]. Tous ces paramètres n'ont cessé d'évoluer et sont toujours en mutation.

## *1/ UN MONDE QUI CHANGE*

### L'explosion démographique

Depuis la sédentarisation des hommes il y a environ dix mille ans et l'apparition de l'agriculture et de l'élevage, la Terre a presque entièrement été colonisée. Les hommes se sont installés de manière préférentielle près des réservoirs d'eau douce (lacs, fleuves) en évitant les zones arides. Établis dans un environnement hospitalier, les hommes ont vu leurs connaissances et leur technicité s'affiner. Les améliorations de l'alimentation, de l'hygiène et de la médecine ont contribué à l'augmentation rapide et extrêmement importante de la population humaine mondiale.

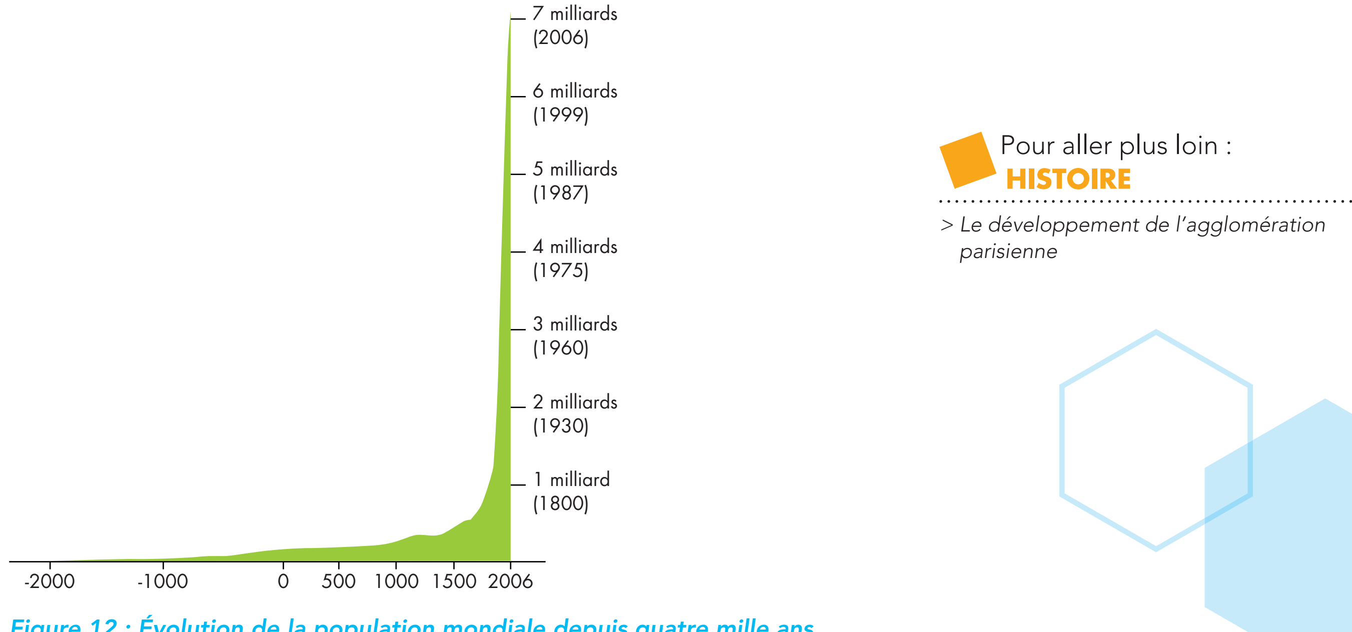



*Figure 12 : Évolution de la population mondiale depuis quatre mille ans*

Pour aller plus loin :
**HISTOIRE**

> *Le développement de l'agglomération parisienne*

En 1900, la Terre compte environ 1,6 milliard d'êtres humains, et 6,9 milliards en 2010. La population mondiale a, au cours du siècle dernier, presque quadruplé. Cette augmentation de la population et sa nouvelle répartition sont très inégales à l'échelle planétaire et sont influencées par de multiples facteurs. Un phénomène est toutefois prépondérant à l'échelle de la planète : l'urbanisation.

### L'urbanisation

L'augmentation de la population humaine se traduit par la présence de zones concentrant des populations importantes : les villes. La ville se définit par son étendue, la densité de l'habitat en son sein, mais aussi par la diversité des activités qui y ont lieu. L'implantation des villes peut avoir été guidée par divers paramètres environnementaux (proximité de l'eau, relief, etc.) ou historiques. On peut ainsi distinguer les villes situées près d'un carrefour fluvial (Paris, Londres) ou celles qui se créées sur un espace propice au développement d'un port maritime (Chicago, Anvers, Hong Kong). L'histoire industrielle (Saint-Étienne), militaire (Toulon) ou politique (Brasilia, Yamoussoukro) peut aussi expliquer la localisation de certaines villes.

11/ *Assurer l'assainissement pour tous*, Arene Île-de-France, pS-Eau, SIAAP, 2009.

## L'apparition de la ville européenne

L'apparition et le développement des villes ont d'abord été subordonnés à l'augmentation de la productivité des zones rurales. L'efficacité et l'abondance de la production de nourriture ont, en effet, permis la spécialisation des hommes dans d'autres domaines que l'agriculture. En Europe, les villes furent dans un premier temps le siège des fonctions religieuses et artisanales, mais restèrent pendant longtemps des lieux insalubres propices aux épidémies.
Après 1800, l'exode rural, c'est-à-dire l'augmentation des populations urbaines aux dépens des campagnes, s'amplifie avec l'industrialisation des pays européens. La révolution industrielle s'accompagne d'une hausse notable de la qualité de vie dans les villes (revenus plus élevés, meilleures conditions d'hygiène et amélioration des équipements de santé) qui accueillaient une main-d'œuvre affluente. Le début du XIXe vit alors naître une importante urbanisation jusqu'alors marginale[12].
La ville européenne contemporaine est enfin marquée par un dernier bouleversement de société : l'avènement du secteur tertiaire. Ce secteur regroupe les activités dites "de services" et inclut les différents commerces et les activités administratives de tous types. L'intensité de ces activités augmente avec la population impactée, elles sont donc favorisées dans les zones de forte concentration humaine. Cette mutation achèvera de donner sa forme à la ville européenne contemporaine, une zone de forte densité de population dans laquelle une grande variété d'activités est concentrée. La ville reste aujourd'hui une zone d'habitat très attrayante pour l'emploi et les services disponibles : accès facilité à l'éducation, aux soins médicaux ou à la culture.
Jusqu'au milieu du XXe siècle, l'histoire de l'urbanisation concerne essentiellement les régions développées d'Europe et d'Amérique du Nord.

## L'urbanisation aujourd'hui

Le processus d'urbanisation est toujours en cours aujourd'hui (avec une moyenne mondiale proche de 2 %), mais il s'est presque entièrement déplacé vers les régions en développement. Dans les pays développés, la croissance urbaine, très forte jusqu'au milieu du XXe siècle, est désormais quasi nulle.
On distingue trois composantes constitutives de la croissance urbaine : l'accroissement naturel des populations urbaines principalement, l'accroissement migratoire (exode rural) et le reclassement de zones rurales en zones urbaines.
Une mégapole se définit comme une agglomération de plus de 10 millions d'habitants. On en comptait 31 en 2010[13] : Tokyo, New York, Mexico, Séoul, Mumbai (Bombay), São Paulo, Manille, Delhi, Djakarta, Los Angeles, Shanghai, Osaka-Kyoto-Kobe, Le Caire, Calcutta, Moscou, Istanbul, Buenos Aires, Dacca, Gauteng, Téhéran, Lagos, Karachi, Londres, Pékin (Beijing), Rio de Janeiro, Paris, Chicago, Ruhr, Bagdad, Bangkok, Kinshasa. Contrairement aux idées reçues et aux prévisions, la croissance démographique urbaine a lieu en majeure partie dans les petites villes[14]. Les villes de plus de 5 millions d'habitants n'abritent aujourd'hui que 16 % des citadins, les villes de plus petite taille s'étant davantage développées.
En 2000, la part de la population urbaine a approximativement atteint 75 % en Europe, en Amérique du Nord et en Amérique latine. En Asie et en Afrique, elle a atteint 35 % environ en 2000 et devrait devenir majoritaire d'ici à 2030 (figure 13). 2008 est une année charnière pour le phénomène de l'urbanisation : la population urbaine mondiale a, en effet, dépassé la population rurale.

La démographie et la concentration urbaines nécessitent des solutions adéquates en termes d'aménagement de l'espace urbain : habitat, énergie, déplacements, déchets, air et eau. En effet, une hausse de la densité de population engendre une concentration des besoins et des dysfonctionnements. Elle ne va pas forcément de pair avec une augmentation du niveau de vie des populations ; au contraire, la pauvreté augmente, des perturbations sociales apparaissent et les problèmes environnementaux se multiplient. De plus, le développement de la ville dépasse souvent la disponibilité en produits ou matériaux vitaux ; on parle alors de surpopulation urbaine.

12/ *La ville et l'urbanisation dans les théories du changement démographique*, D. Tabutin, 2000, http://www.uclouvain.be/cps/ucl/doc/sped/documents/WP6.pdf
13/ http://www.populationdata.net
14/ "L'état de la population mondiale 2007: libérer le potentiel de la croissance urbaine", Fonds des Nations unies pour la population (UNFPA).

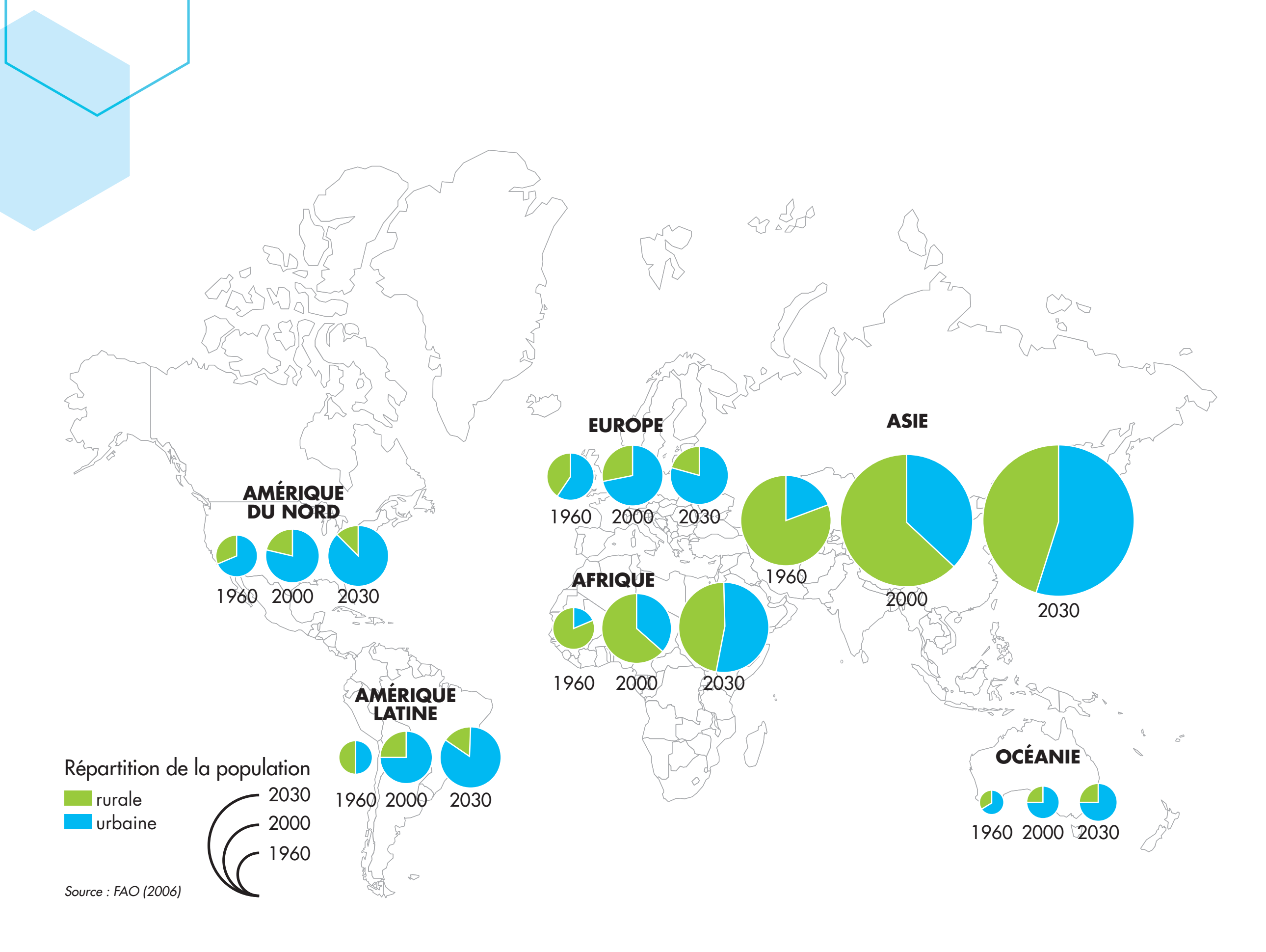



*Figure 13 : Évolution de la répartition de la population mondiale urbaine et rurale par continent*

## 2/ LA VILLE ET SON ENVIRONNEMENT

### Les bombes sanitaires

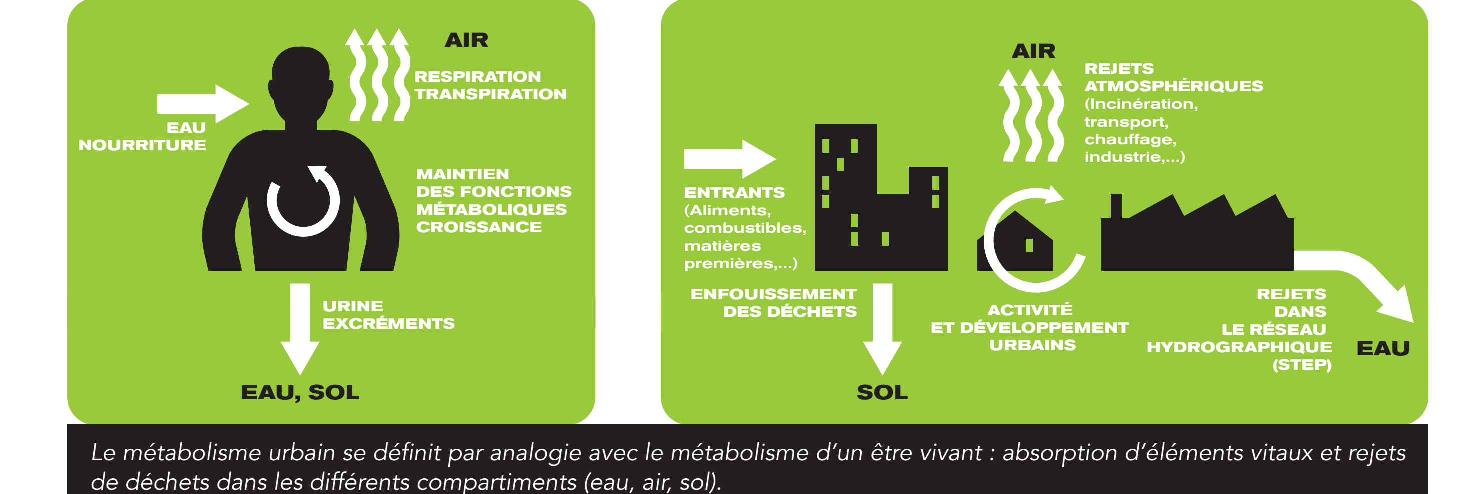
Les problématiques environnementales des mégapoles, en particulier dans les pays en développement, comprennent les pollutions de l'eau et du sol (rejet des eaux usées, rejets industriels), les pollutions atmosphériques (incinération des déchets, gaz d'échappement), la pollution lumineuse nocturne, l'effet "îlot de chaleur", l'approvisionnement en eau insuffisant (abaissement du niveau des nappes phréatiques), les conséquences aggravées des catastrophes naturelles et le réchauffement climatique[15]… Selon Loïc Fauchon, président du Conseil mondial de l'eau, "les villes sont des bombes sanitaires dont nous avons allumé les mèches sans savoir comment les éteindre".

Le problème n'est pas tant le nombre d'habitants, mais plutôt la rapidité extrême de la croissance des villes. L'urbanisation, notamment dans les pays du Sud, se fait le plus souvent de façon anarchique, sans plan d'urbanisation préalable. Des zones d'habitat précaire, souvent appelées bidonvilles ou favelas, s'installent sur des terrains qui peuvent être insalubres, en zone inondable ou instable. La gestion de l'eau n'étant pas prévue, les pénuries d'eau sont plus fréquentes, et l'évacuation insuffisante des eaux usées peut conduire à l'apparition de maladies. Enfin, l'une des conséquences du changement climatique déjà observable aujourd'hui est l'augmentation du niveau de la mer.
Malgré ces difficultés majeures, experts et décideurs politiques reconnaissent de plus en plus la valeur potentielle du milieu urbain pour la durabilité à long terme de notre civilisation[16]. La concentration des humains permet en effet de réaliser des économies d'échelle concernant les coûts de transport, de production et de consommation, et dans la fourniture, par exemple, de l'eau salubre et d'un assainissement efficace.

15/ *L'Urbanisation : une force environnementale incontournable*, B. Boyle Torrey, 2004.
16/ "L'état de la population mondiale 2007: libérer le potentiel de la croissance urbaine", Fonds des Nations unies pour la population (UNFPA).

## Le métabolisme urbain

L'urbanisation a considérablement modifié le rapport qu'entretiennent les hommes avec l'environnement. La population rurale se caractérise en effet par une relation directe avec l'environnement, qui fournit les ressources vitales. Le citadin, lui, interagit avec le milieu naturel de façon indirecte et communautaire. La localisation et la concentration des lieux de vie, de consommation et de production permettent d'envisager l'espace urbain comme un être vivant qui respire, mange, boit et rejette des déchets. Son maintien et son évolution sont subordonnés à l'entrée de matériel et d'énergie (figure 14). Cet être peut constituer un stock, se développer et émettre dans son environnement divers éléments valorisables ou dommageables. L'ensemble des relations qu'entretient cet être avec son environnement est le métabolisme urbain[17].




*Le métabolisme urbain se définit par analogie avec le métabolisme d'un être vivant : absorption d'éléments vitaux et rejets de déchets dans les différents compartiments (eau, air, sol).*

*Figure 14 : Schématisation du métabolisme urbain*

Une fois défini le périmètre délimitant une zone urbaine, on peut faire un bilan des matières qui entrent dans le système ville : combustibles, aliments, matières premières et biens divers. Parmi les éléments sortant de la zone urbaine, il y a les produits semi-finis ou finis (après passage dans les unités de transformation urbaines), les émissions gazeuses, liquides et les déchets solides, présentant un impact potentiel local très important. D'un point de vue strictement quantitatif, la différence entre sortants et entrants génère la croissance urbaine interne.

En fonction de la croissance citadine, l'efficacité du métabolisme urbain est très variable. À titre d'exemple, on estime que 71 % (en masse) des matières entrant en Île-de-France sont restituées à la nature, ce qui laisse une part très faible au recyclage. Ces restitutions peuvent avoir lieu au niveau des trois compartiments traditionnellement considérés en écologie : l'eau, l'air et le sol.

17/ "Le métabolisme urbain et la question écologique", Sabine Barles, *Annales de la recherche urbaine* (92), sept. 2002, p. 143-150.

## L’empreinte écologique

Les flux qu’on observe prennent tous, sans exception, comme origine le milieu naturel. Les habitudes alimentaires, les logements, les modes de déplacement, la fabrication et la consommation de biens et de services ou encore l’élimination des déchets mobilisent des ressources fournies par le milieu naturel. Pour appréhender à quel point l’environnement est mobilisé pour assouvir nos besoins individuels et collectifs, un outil permet d’évaluer la pression exercée sur la nature : l’empreinte écologique.

L’empreinte écologique peut être calculée pour un individu, un groupe d’individus ou une activité. Elle correspond à la surface de productivité moyenne nécessaire pour répondre aux besoins en ressources diverses et absorber les déchets, ces deux fonctions étant assurées de façon durable. L’empreinte moyenne d’un Francilien est évaluée à 5,58 hectares globaux par an. Cela signifie que si tous les habitants de la Terre avaient les mêmes modes de vie et de consommation que, les Franciliens, il faudrait, pour vivre, l’équivalent de trois fois la surface de notre planète.

## Notre environnement, destination finale de nos déchets

En région parisienne, les trois compartiments sont impactés (air-eau-sol).

- **L’air.** C’est le compartiment qui reçoit la masse la plus importante de résidus, émis en majorité par les filières d’élimination des déchets par incinération ; d’autres types de combustion (carburant) participent à ce phénomène. Si la masse transmise dans l’air est importante, son impact est limité du fait de la bonne neutralisation des déchets obtenue dans les unités d’incinération.

- **L’eau.** Les cours d’eau reçoivent chaque jour plusieurs millions de $m^3$ d’eaux usées qui sont rejetés après leur traitement dans les stations d’épuration. Point sensible du métabolisme urbain, la station d’épuration concentre les déchets liquides de tous les habitants des zones urbaines et des activités associées.

- **Le sol.** C’est le compartiment a priori le moins impliqué. L’utilisation des centres d’enfouissement est limitée et réglementée en région parisienne. D’autres contaminations des sols sont indirectes ; les retombées atmosphériques d’éléments polluants en sont un exemple notable.

On ne peut réduire l’impact de la ville sur l’environnement aux seuls rejets. En effet, la concentration humaine dans les villes nécessite des zones agricoles de forte productivité ainsi que des prélèvements d’eau de grande ampleur. La forme urbaine influe sur l’aménagement d’un territoire qui dépasse largement la ville.

Pour aller plus loin :
**SCIENCES DE LA VIE**

> *L’impact de l’agglomération parisienne sur les écosystèmes aquatiques*



## C. TOUR DU MONDE DE L'ASSAINISSEMENT

La contamination de la ressource en eau par les activités humaines est une problématique commune à toutes les sociétés. Il en résulte une pollution de l'eau relativement homogène à densité de population comparable.
Confrontées à la même problématique du traitement de leurs eaux usées, les sociétés ne retiennent pas les mêmes techniques d'épuration. Ces choix dépendent de divers facteurs. Parmi eux, on compte :

- l'importance de la population concernée (volumes d'eau consommés et donc rejetés)
- les moyens financiers
- les contraintes géoclimatiques (sol, pluviométrie)
- le milieu récepteur (rivière, mer, lac, sol)
- les contraintes d'aménagement (terrain disponible, prix du mètre carré)
- le patrimoine naturel
- la technicité
- les attentes sociétales (associations de riverains et d'usagers des cours d'eau)
- les modes de vie et habitudes culturelles

Afin d'envisager la prise en compte de ces éléments dans des contextes différents, voici un petit tour du monde des stations d'épuration : sept exemples concrets et autant de réponses différentes à la problématique. Il ne s'agit pas d'un compte rendu exhaustif des techniques utilisées pour traiter les eaux usées, mais d'un panorama illustrant la variété des solutions développées par les hommes pour préserver leur santé et leur environnement.




> *Les procédés d'épuration*

# Assainissement de base au Niger

## Les latrines à fosse ventilée





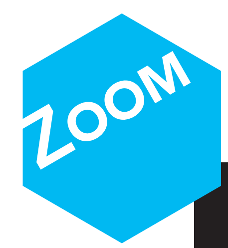
***Figure 15 : Latrines scolaires à Tessaoua (Niger)***
*(construites dans le cadre de la coopération décentralisée entre Tessaoua, le SIAAP, l'Agence de l'eau Seine-Normandie et Conflans-Sainte-Honorine)*

### Contexte et enjeux locaux :

Les dispositifs d'assainissement collectif sont adaptés au milieu urbain. Ils nécessitent d'importantes quantités d'eau pour le bon fonctionnement du réseau d'égouts (transport des matières fécales) et ont un coût d'investissement et de fonctionnement très élevé. Dans les pays en développement, le difficile accès à la ressource en eau, la prédominance de l'espace rural et les moyens financiers limités des États et collectivités locales expliquent la prépondérance des installations d'assainissement autonome de base : les latrines. Elles permettent d'assurer la fonction première de l'assainissement, c'est-à-dire éviter le contact des matières fécales, afin de limiter au maximum le développement des maladies hydriques et de préserver la ressource en eau pour l'approvisionnement des populations.

### Réponse technique :

Les matières fécales sont stockées temporairement dans une fosse souterraine et évacuées régulièrement lors des vidanges. L'urine s'infiltre dans le sol. Des grilles peuvent être placées au niveau des aérations pour empêcher l'entrée des mouches.




### LA GESTION DES ODEURS

***Afin de limiter les nuisances olfactives, la circulation de l'air peut être optimisée dans une latrine à fosse ventilée, construite face aux vents dominants. Le modèle présenté ici est largement utilisé en Afrique de l'Ouest.***
***L'air entre par une grille au-dessus de la porte, pénètre dans la fosse par le trou de défécation, puis remonte dans un conduit et ressort. L'air extérieur permet cette circulation et de chasser les odeurs à la sortie du conduit d'aération.***

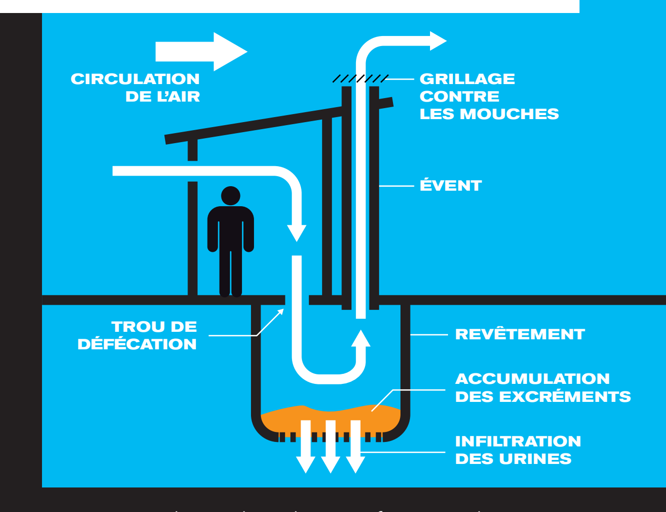



*Figure 16 : Schéma d'une latrine à fosse ventilée*

### Remarques :

Le procédé n'assure qu'une gestion partielle de la problématique car il n'y a pas de traitement à proprement parler avant le rejet dans le milieu naturel (pas de destruction des agents pathogènes et des pollutions dissoutes). En outre, il nécessite la vidange régulière de la fosse pour évacuer les matières fécales et la gestion des boues accumulées. Enfin, la simplicité des installations ne peut garantir les meilleurs niveaux de confort et de salubrité.

# Assainissement non collectif en France

## Là où le réseau ne va pas

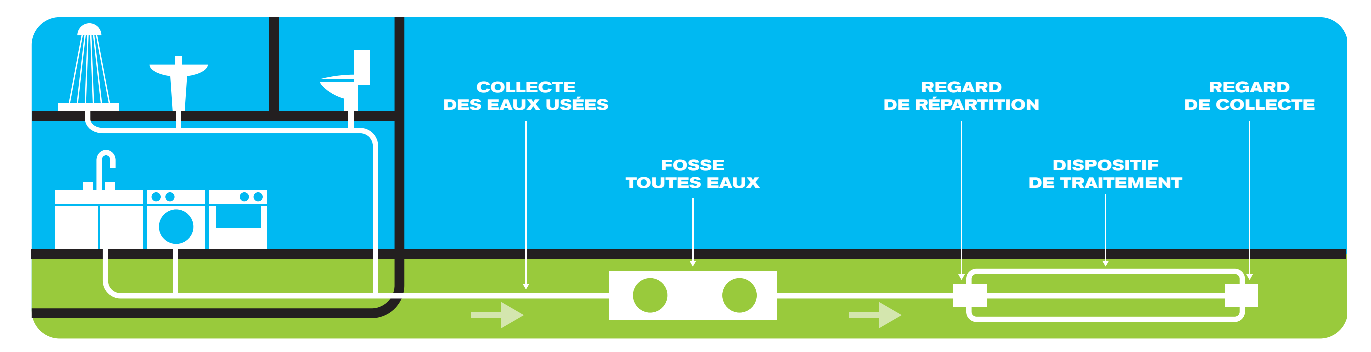



*Figure 17 : Schéma d'un dispositif d'assainissement autonome*

### Contexte et enjeux locaux :

En zone d'habitat dispersé, le raccord au réseau public d'assainissement n'est pas toujours la solution la plus adaptée. En France, 13 millions de personnes (soit 20 % de la population) ne sont pas raccordées à un réseau d'assainissement collectif du fait de leur lieu de vie. Dans ce cadre, la législation française prévoit l'installation de systèmes d'assainissement autonome sous ou à proximité de la maison. Chaque commune doit définir les zones concernées par l'assainissement non collectif et contrôler ces installations afin de préserver efficacement le milieu aquatique au même titre que l'assainissement collectif.

### Réponses techniques :

Les dispositifs d'assainissement autonome intègrent la collecte et le traitement des eaux usées d'une habitation. Il s'agit de faire subir aux eaux usées domestiques un traitement basique pour limiter le plus possible les impacts sur le milieu environnant lors de leur rejet. Ce traitement comprend différentes étapes : collecte des eaux usées, prétraitement anaérobie dans une fosse toutes eaux, épuration par épandage et rejet par dispersion dans le sol. Là, le phénomène d'autoépuration biologique (par la faune du sol) complète le traitement.




### LA VIDANGE

***Comme pour tous les processus d'épuration des eaux, des "boues" sont créées et doivent être évacuées et traitées. En France, la réglementation impose une vidange tous les quatre ans pour les dispositifs d'assainissement autonome. Ces matières de vidange ont une composition proche de celles des stations d'épuration. Si on a d'abord considéré qu'elles contenaient peu de polluants chimiques, la diversification des activités domestiques (nettoyage et bricolage notamment) complexifie leur composition. Elles sont aujourd'hui souvent acheminées vers les stations d'épuration, où elles sont mélangées aux eaux usées.***

### Remarques :

On estime qu'environ 80 % des installations d'assainissement non collectif ne respectent pas les normes. La loi sur l'eau et les milieux aquatiques de 2006 prévoit que ces installations soient contrôlées et réhabilitées au 1er janvier 2013. À cette date, tout vendeur de bien devra être en mesure de justifier du bon fonctionnement de son installation[18].

18/ Source : *AREHN : Agence régionale de l'environnement de Haute-Normandie.*

# Lagunage en Argentine




*Figure 18 : Station de lagunage à Mendoza (Argentine)*

## Optimiser les processus naturels

### Contexte et enjeux locaux :

La ville de Mendoza est située dans une zone semi-aride. Les multiples parcs et autres zones boisées que l'on peut rencontrer dans cette oasis sont le résultat d'un recours massif à l'irrigation permise par les réserves d'eau situées sous la chaîne des Andes. Îlot urbain au milieu d'une zone très peu dense, Mendoza est entourée de terrains inoccupés dont le coût est peu élevé, les terrains étant en effet peu fertiles et le réseau hydrographique inexistant (en dehors des Andes) dans cette région. En l'absence de cours d'eau, il est nécessaire d'effectuer le rejet sur le sol.

### Réponses techniques :

Avec une population modérée (100 000 habitants) et de grandes surfaces de terrains disponibles, la ville de Mendoza a opté pour une station de lagunage (138 000 $m^3$/jour). Le rejet s'effectue sur les sols environnants et alimente une pépinière. Ce lieu de rejet permet d'ajouter une ultime étape au traitement puisque les propriétés filtrantes du sol, et les micro-organismes qui y résident, contribuent à l'élimination des différents polluants qui subsistent.
Le lagunage possède de grands avantages techniques, économiques et écologiques :

- optimisation de l'autoépuration et simplicité des procédés ;
- faibles coûts de fonctionnement, notamment énergétiques (écoulement gravitaire) ;
- absence d'intrants chimiques ;
- qualité des boues produites.




### L'AUTOÉPURATION

***Dans un écosystème aquatique, les matières mortes (végétaux et animaux) sont naturellement décomposées grâce à l'action des micro-organismes. C'est ce mécanisme qui est mobilisé dans le traitement par lagunage.***
***Les micro-organismes et les végétaux présents dans les lagunes assurent la consommation d'une partie notable des pollutions organiques (urines, excréments) présentes dans les eaux usées.***

### Remarques :

L'efficacité du traitement est très largement influencée par les choix techniques liés à la construction des lagunes (nombre de bassins, profondeur, etc.). Modifier les conditions opératoires s'avère alors impossible sans envisager de gros œuvre. Par exemple, il peut s'avérer difficile de traiter des eaux ponctuellement très chargées en pollution. On parle de "procédés figés". En outre, ce traitement s'adapterait difficilement à une population plus importante.

# Traitements spécifiques au Japon

## Préserver un lac sensible

*Figure 19 : Station d'épuration de Konanchubu (Japon)*

### Contexte et enjeux locaux :

Dans la province de Shiga au Japon (entre Osaka et Kyoto), les effluents traités sont dispersés dans le lac Biwa, de loin le plus grand et le plus ancien des lacs japonais. Il s'y est développé un écosystème très riche abritant plus de 1 000 espèces dont, plus de 50 sont endémiques.
Les fonctions du lac sont très nombreuses : fourniture d'eau potable pour les habitants de l'agglomération Kinki (Osaka, Kobe, Kyoto, Shiga), pêche et tourisme. Il faut aussi prendre en compte le lien culturel très fort qui subsiste entre les habitants de la province et le lac. L'objectif est donc de préserver la ressource en eau pour l'alimentation en eau potable et l'équilibre de ce milieu aquatique fermé (et donc sensible à l'eutrophisation). En effet, le lac Biwa a été marqué par des épisodes de proliférations algales, notamment d'algues rouges[19].

### Réponse technique :

Pour la station d'épuration de Konanchubu (200 000 $m^3$/jour), les autorités locales ont choisi les techniques d'épuration disponibles permettant les traitements les plus poussés, justifiés par les enjeux locaux. Une attention particulière est portée à l'élimination poussée des nutriments (azote et phosphore).




### L'EUTROPHISATION

***L'enrichissement des eaux en matières nutritives entraîne le développement accru des algues et des végétaux, avec des impacts indésirables sur les divers usages de l'eau. Lorsqu'ils meurent, leur décomposition produit une grande quantité de matières organiques, dégradées par des bactéries. Les bactéries consomment alors beaucoup d'oxygène, provoquant l'asphyxie du milieu aquatique. Les lacs et étangs sont plus sensibles que les cours d'eau à ce phénomène du fait du confinement de leurs eaux (température plus élevée, moins de renouvellement des eaux).***

### Remarques :

Dans le cas de la station d'épuration de Konanchubu, le milieu récepteur des eaux épurées est un lac. Du fait du faible brassage de l'eau, la capacité de dilution totale du lac n'est pas exploitée. L'autoépuration ne permet plus l'élimination de tous les polluants résiduels.

19/ *L'Eau et l'assainissement au Japon*, F. Pochet, S. Ronteix, 1988.

# Épuration différenciée en Australie




Figure 20 : Station d'épuration de Malabar (Australie)

## Du rejet en mer au recyclage

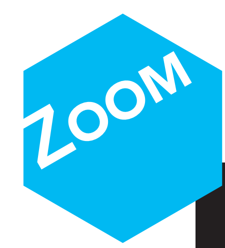
### Contexte et enjeux locaux :

L'agglomération de Sydney compte environ 4,5 millions d'habitants et sa consommation en eau a triplé depuis 1950. Malgré la proximité de l'océan, Sydney souffre de la rudesse du climat dans cette région parmi les plus sèches du monde. Pour assurer un approvisionnement durable en eau, elle se dote d'un système complet de recyclage de l'eau dont l'objectif est de récupérer jusqu'à 65 % des eaux usées épurées. D'une part, ces eaux alimenteront, après traitement, le réseau d'eau potable. D'autre part, elles constituent d'ores et déjà un second circuit d'approvisionnement en eau de moindre qualité.
L'entreprise Sydney Water collecte 1,2 million de m$^3$ d'eaux usées chaque jour. Ces effluents sont traités dans l'une des 29 stations d'épuration gérées par l'organisme. On distingue 11 stations d'épuration côtières, et 16 sont situées dans les terres (2 avec un fonctionnement mixte).

### Réponses techniques :

> **Le rejet en mer :** Les trois quarts du volume total sont traités dans les trois principales stations d'épuration, qui ont la particularité de rejeter les eaux après traitement dans l'océan. La station la plus importante (450 000 m$^3$/jour), Malabar, a un lieu de rejet situé à 3,6 km de la côte et à une profondeur maximale de 82 m sous l'eau.

> **Le recyclage :** À l'intérieur des terres, d'autres stations de la compagnie traitent 27 milliards de litres d'eaux usées par an (en 2010). Une réutilisation des eaux usées épurées est rendue possible par des traitements très poussés ; la désinfection par ultraviolets ou chlore s'ajoute à la chaine classique de traitement. Cette eau recyclée est destinée à quatre grands types d'usages : domestiques (chasses d'eau, ménage, jardin, lavage des voitures), industriels (refroidissement, lavage des outils de production), environnementaux (soutien des rivières à l'étiage) et irrigation (agriculture, arrosage des golfs et des champs de courses). À titre d'exemple, la station de Rouse Hill (15 000 m$^3$/jour) fournit de l'eau recyclée à plus de 19 000 habitations.




### LE MILIEU RÉCEPTEUR

***Un même organisme, Sydney Water, mobilise pour traiter des effluents urbains deux types d'infrastructures proposant des traitements très différents. L'un est sommaire quand l'autre est des plus aboutis. Cette opposition traduit un aspect clé de l'épuration : la dernière étape du traitement a lieu dans un milieu récepteur plus ou moins fragile ; celui-ci détermine, en effet, en grande partie la nature des traitements choisis.***

### Remarques :

Dans le cas du rejet en mer, la forte dilution des eaux rejetées dans l'océan permet un niveau de traitement bien inférieur à celui en vigueur pour les stations d'épuration situées dans les terres. La majorité des polluants résiduels peut être détruite lors des processus naturels d'autoépuration. Néanmoins, les autorités sont très vigilantes concernant les risques sanitaires et environnementaux liés aux activités littorales. Le traitement n'est en effet pas conçu pour limiter le nombre de bactéries, et même si l'eau de mer a des propriétés bactéricides, elle ne permet pas d'éliminer tout risque de contamination chez l'Homme. Les métaux lourds et les produits chimiques toxiques ne sont pas non plus éliminés.

# Gestion intégrée à Singapour

## De l'eau usée à l'eau potable




*Figure 21 : Station d'épuration de Changi (Singapour)*

### Contexte et enjeux locaux :

Singapour, cité-État du Sud-Est asiatique, a connu un essor économique fulgurant, ainsi qu'une urbanisation rapide. C'est aujourd'hui le deuxième pays le plus densément peuplé au monde. Cette île à dominante urbaine souffre d'une quasi-absence d'eau. Pour s'affranchir de la dépendance vis-à-vis de la Malaisie, un service public permet une gestion complète de la ressource en eau sur l'île, le PUB (Public Utilities Board). Celui-ci s'appuie sur quatre ressources en eau : les eaux de ruissellement pluvial, l'eau potable produite dans les usines de Malaisie, l'eau de mer dessalée et les eaux usées épurées.

### Réponses techniques :

L'épuration assurée dans l'usine de Changi (800 000 m$^3$/jour) s'intègre dans un circuit plus large pour répondre à deux objectifs. Il s'agit d'une part de satisfaire les besoins industriels en eau et, d'autre part, de compléter les ressources en eau destinées à alimenter le réseau d'eau potable après un traitement de potabilisation.




### LA VALEUR DE L'EAU

***Il faut noter l'efficacité de la gestion intégrée de l'eau. Au-delà des aspects techniques, on doit la naissance et la viabilité du système en place à la valeur particulière de la ressource en eau sur cette île. À l'heure où l'on constate l'appauvrissement des ressources en eau, ce système apparaît comme un avenir probable en de multiples endroits du monde.***

### Remarques :

Le recyclage des eaux sur l'île de Singapour est l'un des systèmes les plus aboutis au monde. Il faut néanmoins souligner l'investissement mobilisé. Le système singapourien tient son succès à la vitalité économique de l'île, au modèle politique en place (cité-État) et à la rareté extrême de la ressource en eau.

# Un géant de l'épuration pour l'agglomération parisienne




*Figure 22 : Usine d'épuration Seine aval (Yvelines, France)*

## Au service de la Seine

### Contexte et enjeux locaux :

L'agglomération parisienne compte une population de 10 millions d'habitants parmi les plus denses au monde. Les eaux usées de l'agglomération sont collectées et traitées par le SIAAP dans ses cinq stations d'épuration (six en 2012). La région est marquée par une pente naturelle du sud-est au nord-ouest, qui conditionne non seulement l'écoulement de la Seine mais aussi celui des eaux usées dans le réseau d'égout. C'est pourquoi une grande partie des effluents est traitée à l'aval de Paris puis rejetée dans la Seine, dont la protection optimale est un objectif majeur. En effet, on considère que la zone influencée par l'usine d'épuration Seine aval s'étend du point de rejet à la sortie de l'usine jusqu'à l'estuaire du fleuve et la baie de Seine, mais aussi jusqu'à la Manche et la mer du Nord.

### Réponse technique :

La plus ancienne usine d'épuration du SIAAP, Seine aval (1940), est également celle qui traite le plus grand volume : 1 700 000 $m^3$/jour, soit les eaux usées de 70 % des habitants de l'agglomération. Sa capacité de traitement en fait l'une des trois plus grandes stations d'épuration au monde. Les volumes d'eaux usées qui y transitent sont si importants qu'en été elle devient le principal affluent de la Seine. De fait, elle en contrôle très fortement la qualité. En 2009, le SIAAP s'est engagé dans un vaste programme de constructions neuves et de réhabilitations pour mettre son site en conformité avec les réglementations européennes : on parle de la refonte de Seine aval. Ce programme s'inscrit dans une démarche de développement durable, conjuguant écologie, sécurité et investissement sur le long terme (à partir de 2011 et sur plus de dix ans). Il prévoit notamment de réduire de 300 hectares la superficie du site, de repenser le traitement des eaux en utilisant la technologie de dépollution par système membranaire, une première mondiale à cette échelle, de développer la valorisation des boues et d'intégrer des aménagements paysagers.




*> Procédés de traitement des eaux*




### UN LOGICIEL DE PRÉVISION DES ODEURS

***Depuis plus de vingt ans, la lutte contre les nuisances olfactives est une priorité du SIAAP. Les mesures prises afin de préserver le cadre de vie des riverains se multiplient : mesure des composés physico-chimiques dans l'air, jurys de nez bénévoles, couvrement des installations, désodorisation, etc. Dans une volonté d'information de la population, le SIAAP a mis en place un outil permettant de visualiser l'impact des émissions odorantes liées à l'exploitation de l'usine Seine aval. Le logiciel intègre des mesures de plusieurs composés chimiques et des informations météorologiques pour calculer la dispersion des odeurs sur plusieurs kilomètres. Les cartes des odeurs réalisées constituent un précieux outil pour surveiller les nuisances et sont accessibles à tous sur : http://www.siaap.fr/nc/tableau-de-bord-sypros/sypros-usine/***

### Remarques :

On peut s'interroger sur l'éloignement important de l'usine Seine aval par rapport à Paris. C'est le contexte historique qui explique cette distance d'une quinzaine de kilomètres et la triple traversée de la Seine. Au XIXème siècle, la ville de Paris achète des terrains pour l'épandage agricole des eaux brutes acheminées par un égout géant : l'émissaire général. À la fin des années 1930, on exploite ces terrains et l'émissaire pour construire la première station d'épuration de Paris.

Pour aller plus loin :
**HISTOIRE**

*> L'épandage agricole - La construction d'Achères*

# II. Les enjeux de l'assainissement sur notre territoire

## A. LE BASSIN VERSANT DE LA SEINE

### 1/ LA NOTION DE BASSIN VERSANT

Dans la grande majorité des cas, le rejet de la station d'épuration s'effectue dans le réseau hydrographique de surface, c'est-à-dire dans les cours d'eau et les lacs. L'impact du rejet des eaux épurées marque donc naturellement tous les cours d'eau en aval du point de rejet ainsi que leurs berges et les zones humides connectées. Cependant, la qualité du cours d'eau où s'effectue le rejet est déjà altérée par les activités humaines situées plus en amont : rejets ponctuels dans les affluents (d'autres stations d'épuration, d'industries) et rejets diffus sur les versants (pollutions agricoles, assainissement autonome). Le point le plus en aval d'un cours d'eau voit donc passer une eau ayant accumulé toutes les pollutions interceptées sur son parcours.

Qu'elle provienne d'une source, résurgence d'eau souterraine, ou qu'elle soit issue directement du ruissellement des eaux de pluie, l'eau qui s'écoule dans un cours d'eau provient de la pluie un jour tombée dans les limites de sa "zone de collecte" : son bassin versant. **Le bassin versant** est une portion de territoire délimitée par les lignes de partage des eaux, correspondant en montagne à la ligne de crête. Au sein du bassin versant, toutes les eaux convergent vers un même point : **l'exutoire** (l'embouchure dans le cas d'un fleuve).

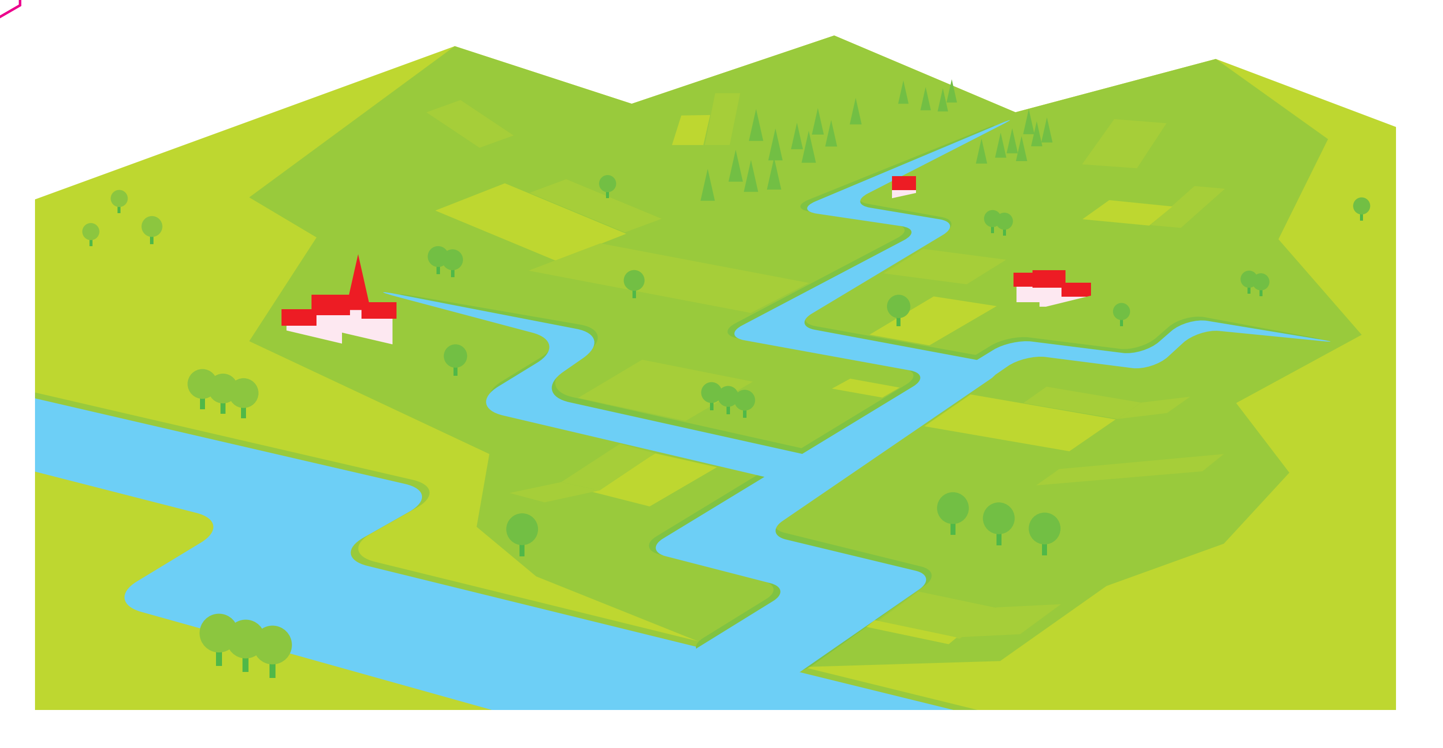


*Figure 23 : Schéma d'un bassin versant*

À l'échelle nationale, on s'intéresse aux bassins versants (BV) des grands fleuves. La valeur de cette unité géographique est telle qu'on l'a placée comme référence pour la gestion des équilibres physiques, chimiques et écologiques dans les cours d'eau français et internationaux (cf. encadré "La notion de bassin versant dans la législation"). On distingue ainsi en France six grands bassins, dont les limites ne suivent pas exactement les lignes de partage des eaux. Ils sont gérés par six agences de l'eau :

- **Seine-Normandie** (BV de la Seine et des fleuves côtiers du Cotentin)
- **Loire-Bretagne** (BV de la Loire et des fleuves côtiers de Bretagne)
- **Rhône-Méditerranée-Corse** (BV du Rhône et des fleuves côtiers de la Méditerranée et de la Corse)
- **Adour-Garonne** (BV des fleuves de l'Aquitaine)
- **Rhin-Meuse** (BV des rivières et fleuves se dirigeant vers la Belgique)
- **Artois-Picardie** (BV de la Somme et des fleuves côtiers de la Manche et de la mer du Nord).




*Figure 24 : Les six grands bassins français*

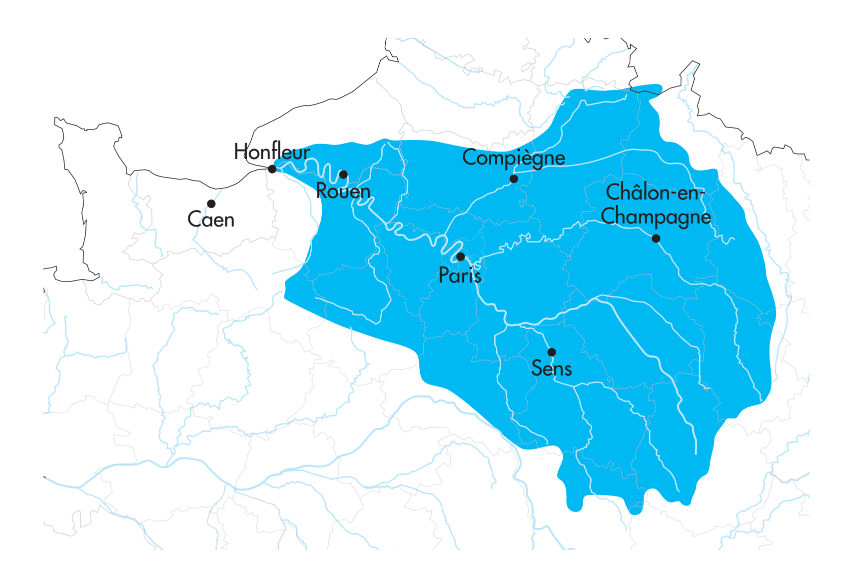
## LA NOTION DE BASSIN VERSANT DANS LA LÉGISLATION

Si le bassin versant est une réalité physique, géographique et hydrologique, la gestion de l'eau dans cette unité de lieu l'est officiellement à partir de **1964**, et c'est en France qu'a lieu cette petite révolution. Le 16 décembre de cette année est actée **la loi relative au régime et à la répartition des eaux et à la lutte contre leur pollution**. L'article 13 institue un mini-Parlement de l'eau, le comité de bassin, tandis que l'article 14 fonde les agences financières de bassin, dont le nom est transformé en **agences de l'eau** en 1991. Avec ces instances, usagers et pouvoirs publics peuvent décider de la protection du milieu dans leur bassin grâce à un système financier de redevances (sur les prélèvements et les pollutions, dans la facture d'eau) redistribuées en subventions et prêts.
Six agences et autant de comités de bassins sont formés : Artois-Picardie, Seine-Normandie, Adour-Garonne, Rhône-Méditerranée-Corse, Loire-Bretagne et Rhin-Meuse. Chacun des départements et territoires d'outre-mer est doté d'un comité de bassin et est rattaché à une agence jusqu'en 2006, sous la tutelle d'un office de l'eau par la suite.

Cette conception de la gestion hydrologique donne naissance aux Schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE), dans **la loi sur l'eau de 1992** à raison d'un pour chacun des six grands bassins. Ces outils de planification fixent les orientations fondamentales d'une gestion équilibrée de la ressource en eau et sont déclinés au niveau local, sous-bassin ou groupement de sous-bassins, par les Schémas d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE).

Trente ans après la loi sur l'eau de 1964, la France n'est plus seule à considérer la gestion de l'eau par bassin comme un outil approprié. En 1994 sont posées les fondations du Réseau international des organismes de bassin (RIOB), officialisé en 2000. Son objectif est de promouvoir la mise en place d'une gestion intégrée des ressources en eau (GIRE) au niveau des grands fleuves, mais aussi dans les bassins hydrographiques de chaque pays adhérent.
Et en décembre **2000** paraît la directive européenne établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau. La **directive-cadre sur l'eau**, souvent appelée DCE, reprend ce principe de gestion par unité géographique hydrologique qu'elle nomme bassins et districts hydrographiques, les seconds étant composés d'un ou plusieurs bassins ainsi que des eaux souterraines et côtières associées. Ce sont désormais 27 États membres qui appliquent cette règle inventée dans l'Hexagone.

## *2/ CARACTÉRISTIQUES DU BASSIN DE LA SEINE*




Le bassin versant de la Seine, dont une grande partie est incluse dans le Bassin parisien, s'étend des sources de la Seine sur le plateau de Langres (Côte d'Or) jusqu'à son estuaire près du Havre (entre la Seine-Maritime et le Calvados). Il s'étend au nord de Laon, Beauvais et Bar-le-Duc et jusqu'au sud de Dijon et Orléans.

***Figure 25 : Le bassin versant de la Seine***

## LE BASSIN DE LA SEINE EN QUELQUES CHIFFRES

- 776 km : la longueur de la Seine (deuxième fleuve de France après la Loire)
- 78 000 km² : la superficie du bassin versant de la Seine (12 % de la France)
- 16 millions d'habitants (30 % de la population française)
- 2 486 stations d'épuration
- 40 % de l'économie française
- 14 000 sites industriels

## La géologie

Hormis dans le Morvan (constitué de roches cristallines), le bassin versant de la Seine est caractérisé par un empilement de couches de sédiments en "pile d'assiettes" (figure 26). Ces différentes couches se sont déposées dans les fonds marins entre le début de l'ère secondaire (il y a 245 millions d'années) et le tertiaire supérieur (il y a 6 millions d'années). Elles s'appuient sur un massif ancien, le socle géologique. Le bassin est en forme de grande cuvette évasée et l'on observe en surface des **auréoles sédimentaires concentriques.**
L'altitude moyenne sur le bassin est très faible (150 m), et le relief peu marqué. Cette situation est très différente des autres fleuves français, ce qui explique la tranquillité des cours d'eau de surface.

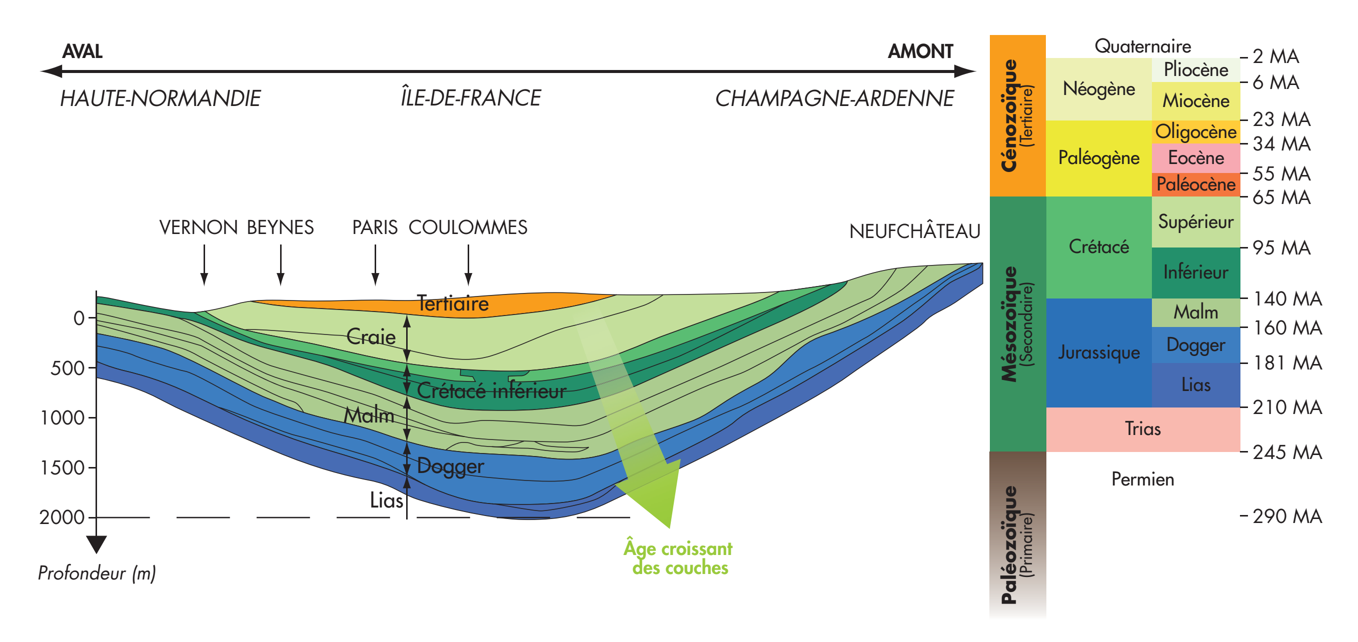



*Figure 26 : Coupe géologique du bassin de la Seine*

Plus récemment, au quaternaire (il y a 2 millions d'années), une couche de limon très fertile, aussi appelée lœss, transportée par le vent s'est déposée en surface. Cette couverture limoneuse a créé des conditions favorables à une agriculture très active dans le bassin.

Le relief du bassin de la Seine et la structure de son réseau hydrographique sont le résultat de la poussée du massif alpin. Cette orogenèse alpine a en effet généré l'orientation générale du bassin du sud-est au nord-ouest, ainsi que la convergence du réseau hydrographique vers la région parisienne. Cette déformation explique aussi l'encaissement des méandres de la Marne et de la Seine à l'aval de Paris (cf. encadré sur les méandres).

## DU MÉANDRE AU MÉANDRE ENCAISSÉ

Le méandre est généralement le fruit de la divagation du cours d'eau sur une étendue plate. Ces faibles pentes s'observent en particulier quand l'altitude de la rivière est proche de son niveau de base (niveau de la mer dans le cas d'un fleuve). Le méandre, une fois formé, tend à s'accentuer : l'eau va vite à l'extérieur du virage et génère une érosion forte, tandis que la vitesse de l'eau est faible à l'intérieur du virage, où les sédiments se déposent. Sur la photo de la figure 27, on observe cette opposition entre les deux versants du méandre : le versant extérieur – concave – est abrupt et haut, tandis que le versant intérieur – convexe – est plat et bas.

Pour que le méandre s'encaisse, il faut une augmentation de la différence entre l'altitude du cours d'eau et celle de son niveau de base, ce qui entraîne une augmentation de la vitesse et donc de l'érosion. Cela se produit dans deux cas :

- le niveau de base s'est abaissé, notamment lors d'un abaissement rapide du niveau de la mer ;
- l'altitude du cours d'eau a monté. C'est l'hypothèse retenue dans le cas de la Marne et de la Seine : la poussée des Alpes a élevé des cours d'eau dont les méandres s'étaient formés lorsqu'ils étaient à un niveau proche de celui de la mer.




*Figure 27 : Méandre de la Seine (Elbeuf, Seine-Maritime)*

### Les cours d'eau

**Le réseau hydrographique** est constitué de la Seine et de ses affluents, dont les principaux sont l'Ource, l'Aube, l'Yonne, le Loing, l'Essonne, l'Orge, l'Yerres, la Marne, la Bièvre, l'Oise, l'Epte, l'Andelle, l'Eure et la Risle. L'écoulement de l'eau sur ce réseau est très calme, la vitesse de l'écoulement de la Seine est inférieure à celle des principaux fleuves français.

Afin d'apprécier facilement l'étendue d'un bassin et la densité de son réseau hydrographique, on utilise **la classification de Horton-Strahler** par ordres hydrologiques[20]. Elle permet également de jauger certains paramètres tels que la taille, la profondeur ou encore la pente des cours d'eau. Plus l'ordre est élevé, plus les cours d'eau sont larges et profonds. L'ordre influe aussi sur la nature des espèces présentes.

Cette classification se conçoit à partir d'une carte, elle dépend donc de l'échelle choisie. La classification s'établit comme suit :

- le plus petit cours d'eau observé est d'ordre 1 ;
- la confluence de deux cours d'eau d'ordre 1 forme un ordre 2 ;
- la confluence d'un cours d'eau d'ordre 1 avec un cours d'eau d'ordre 2 forme un ordre 2 ;
- la confluence de deux cours d'eau d'ordre 2 forme un ordre 3 ;
- etc.




*> La répartition des poissons d'eau douce*

20/ *Hydrologie continentale*, Cosandey et Robinson, U géographie, Armand Colin, 2000.

À Paris, la Seine atteint l'ordre 7 (à une échelle 1/100 000e)[21], l'Oise également quand elle se jette dans la Seine 70 km après la capitale. La Seine devient donc d'ordre 8 et le reste jusqu'à son embouchure. Ces grands ordres sont cependant très minoritaires par rapport aux petits ordres. Les cours d'eau d'ordres 1 à 3 qui forment le petit chevelu hydrographique constituent 80 % de la longueur totale des cours d'eau du bassin. Si l'on considère un tronçon de rivière contenant une quantité d'eau donnée, ce tronçon sera très court pour un cours d'eau d'ordre élevé et beaucoup plus long pour un petit ordre. Dans le second cas, l'interface linéaire sol/eau est plus longue et donc plus sensible aux arrivées de pollutions diffuses.

Le climat dans le Bassin parisien étant de type pluvial-océanique, les pluies sont relativement régulières tout au long de l'année et influent peu sur les crues et les étiages (faibles débits observés en été) des cours d'eau. Les variations du niveau de la Seine sont cependant marquées, même si l'action des barrages-réservoirs atténue ce phénomène. Les variations du débit sont conditionnées en partie par l'évaporation. En effet, au printemps et en été, une part importante de l'eau de pluie qui atteint le sol est captée par la végétation ou s'évapore directement. En automne et en hiver, l'eau de pluie parvient à recharger les cours d'eau, dont le niveau s'élève alors.

Les pluies ne sont pas le seul type d'apport d'eau pour les cours d'eau, ceux-ci sont aussi rechargés par les eaux souterraines. Dans l'autre sens, les réserves d'eaux souterraines peuvent être alimentées par les cours d'eau ou directement par l'infiltration des eaux pluviales.

### Les eaux souterraines

La présence d'eau souterraine est directement liée à la structure des roches sédimentaires. Dans les couches de sédiments, l'eau peut s'accumuler dans les différents interstices du sol (pores, fissures) et constituer des réservées appelées aquifères.

Avant d'être stockée dans un aquifère, l'eau s'infiltre, traversant différents matériaux qui retiennent une partie des particules ou matières organiques présentes, ce qui confère à l'eau souterraine une certaine pureté et en fait une réserve privilégiée pour le captage d'eau en vue de la production d'eau potable.

En France, les sous-sols des Bassins parisien et aquitain sont les mieux pourvus en aquifères. On en distingue neuf dans le Bassin parisien. Parmi eux, l'aquifère de la Craie est très exploité, ainsi que l'aquifère de l'Oligocène, très sollicité pour l'irrigation. Quant à la nappe de l'Albien, captive, elle est située à plus de 500 m de profondeur et met trente mille ans pour se renouveler. Elle est dite fossile. Du fait de sa grande qualité, elle constitue une ressource stratégique pour notre alimentation en eau.

Les aquifères sont séparés entre eux par des couches de roche pas ou peu perméables. On peut ainsi distinguer différents types de masses d'eaux souterraines (figure 28).

21/ *La Seine en son bassin – Fonctionnement écologique d'un système fluvial anthropisé*, M. Meybeck, G. de Marsily, É. Fustec, Édition Elsevier, 1998.

- Les **nappes libres** communiquent directement avec la surface du sol et sont donc peu profondes en général. Elles peuvent contenir des quantités d'eau variables et sont les réserves les plus accessibles pour les captages.
- Les **nappes captives** sont situées entre deux couches moins perméables. En général plus profondes, elles sont réapprovisionnées plus lentement.
- Les **nappes alluviales** sont des zones superficielles très perméables en relation directe avec un cours d'eau, qu'elles alimentent lors des périodes sèches. Elles peuvent être rechargées par ce même cours d'eau.
  Dans le Bassin parisien, la nappe alluviale constitue une dixième réserve d'eau souterraine ; en effet, la Seine a charrié et déposé dans son lit majeur de grandes quantités de sables et de graviers.

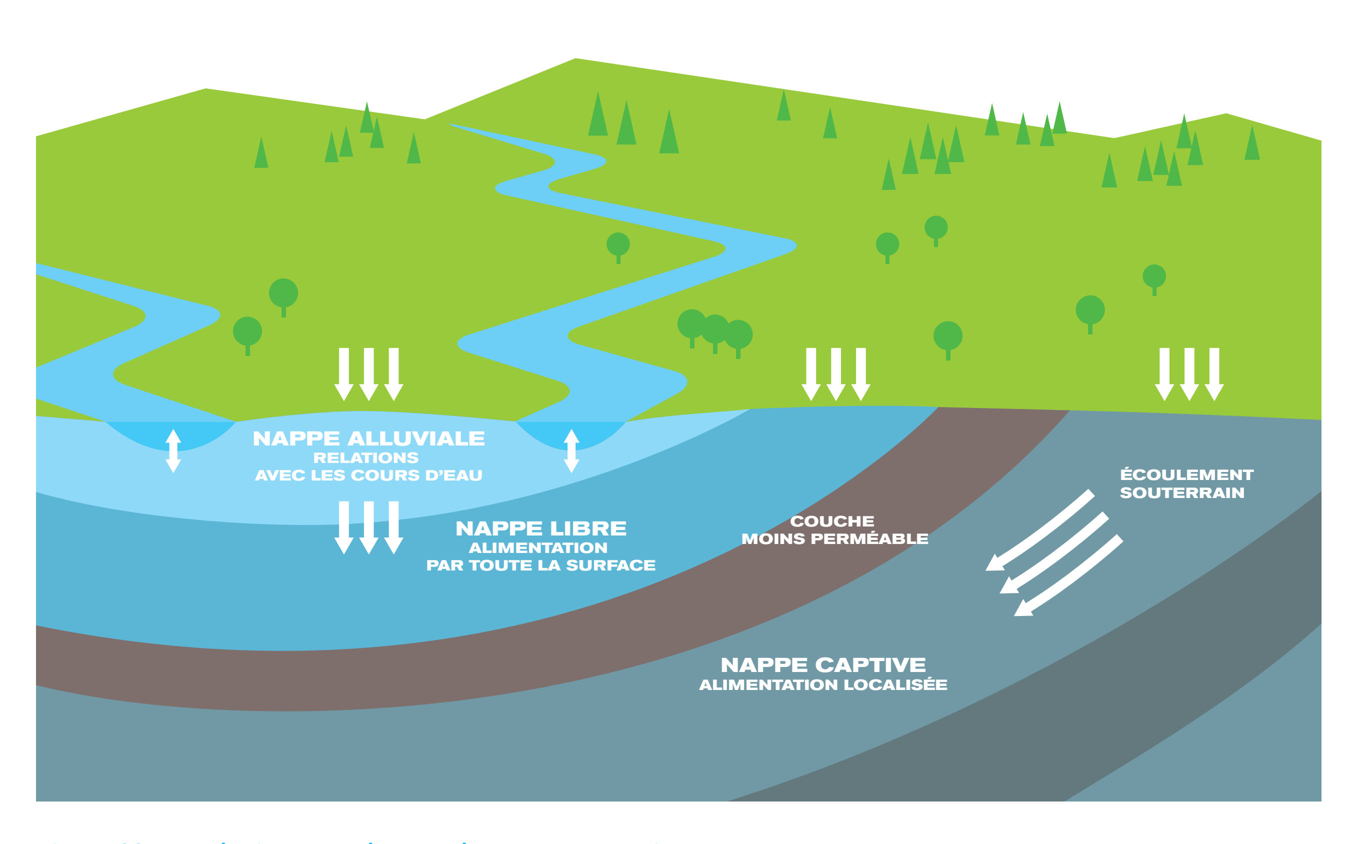



*Figure 28 : Typologie et écoulement des eaux souterraines*

## B. L'HOMME SUR SON BASSIN VERSANT

### *1/ LA SEINE, DE LA SOURCE À L'ESTUAIRE*

Il serait impossible de caractériser de façon exhaustive tout ce qui constitue la richesse et la particularité du bassin versant de la Seine, c'est pourquoi nous effectuerons ici un voyage sur la Seine, partant de ses sources sur le plateau de Langres pour finir près du Havre, où la Seine se jette dans la Manche. Le long de la Seine, les paysages alternent, témoins des fonctions variées des grandes régions du bassin.

#### Aux sources de la Seine dans le massif du Morvan

La source officielle de la Seine est située à Saint-Germain-Source-Seine sur le plateau de Langres. Elle est marquée par une statue représentant la déesse gallo-romaine de la Seine : Sequana. Si une source a été désignée officiellement, elle n'a pas de réelle valeur d'un point de vue hydrologique. La Seine naît d'une multitude de sources. À sa confluence avec la Seine, l'Yonne a un débit supérieur à celui de la Seine et devrait, d'un point de vue hydrologique, donner son nom au fleuve s'écoulant vers Paris.

Le massif du Morvan s'apparente à un vaste plateau bosselé dont le point culminant est le Haut Folin, qui s'élève à 901 m. Dans cette région, les précipitations abondantes et la nature des sols, qui ne permettent pas l'infiltration de l'eau dans les profondeurs, sont à l'origine d'un réseau de cours d'eau particulièrement dense. Plus de 2000 km de cours d'eau parcourent ainsi ce massif, dont l'apparence est étroitement liée au développement de Paris. En effet, le massif du Morvan présente la particularité d'abriter de très nombreux étangs. Ceux-ci sont artificiels, et leur création date de la Renaissance. À cette époque, le chauffage domestique nécessite d'importants approvisionnements en bois vers la ville de Paris, en plein développement. La coupe du bois eut bien vite raison des forêts de la région parisienne et on alla exploiter les forêts du Morvan. La technique utilisée était le "flottage", le bois descendant les différents cours d'eau jusqu'à la capitale. Les cascades furent alors supprimées, les courbes redessinées et, enfin, des étangs furent créés. En relâchant les eaux retenues, on créait un courant apte au transport du bois.

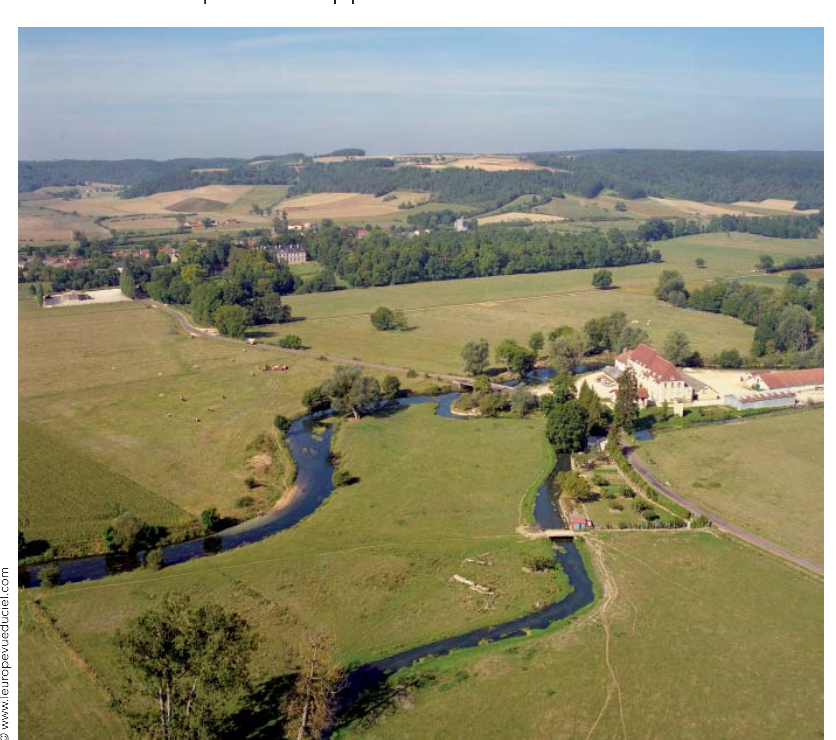


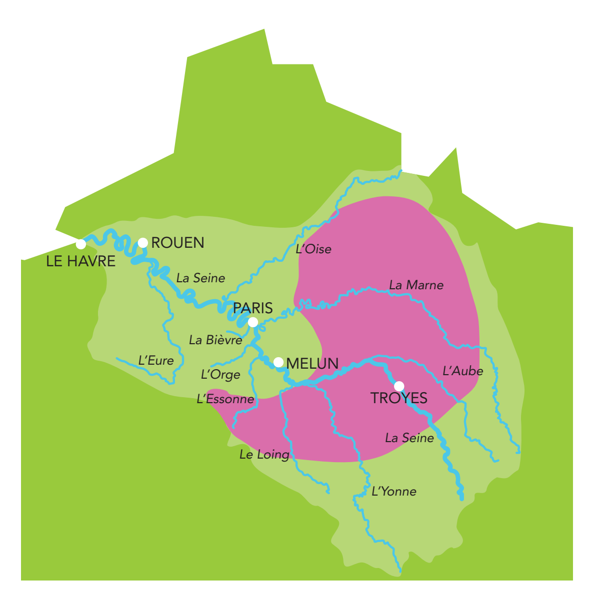


***Figure 29 : Forêts et prairies de tête de bassin, deux affluents de la Seine (Pothières, Côte-d'Or)***

## Navigation et agriculture à l'amont du bassin

Pour pallier les difficultés de navigation sur les cours d'eau et pour relier la région parisienne aux pôles d'intense activité de l'Europe occidentale, anciennement regroupés sous le terme de banane bleue[22], de nombreux **canaux** ont été creusés. La zone amont est ainsi marquée par un dense réseau de voies navigables (rivières aménagées et canaux) reliant le Benelux, l'Allemagne et le sillon rhodanien (figure 30).

La navigation a justifié des aménagements qui ont largement modifié l'aspect de la Seine. Sans eux, la Seine à Paris ressemblerait à la Loire à Orléans, où il n'y a pas de plan d'eau permanent.




Pour aller plus loin :
**SCIENCES DE LA VIE**

> *Impacts de la chenalisation sur les écosystèmes*

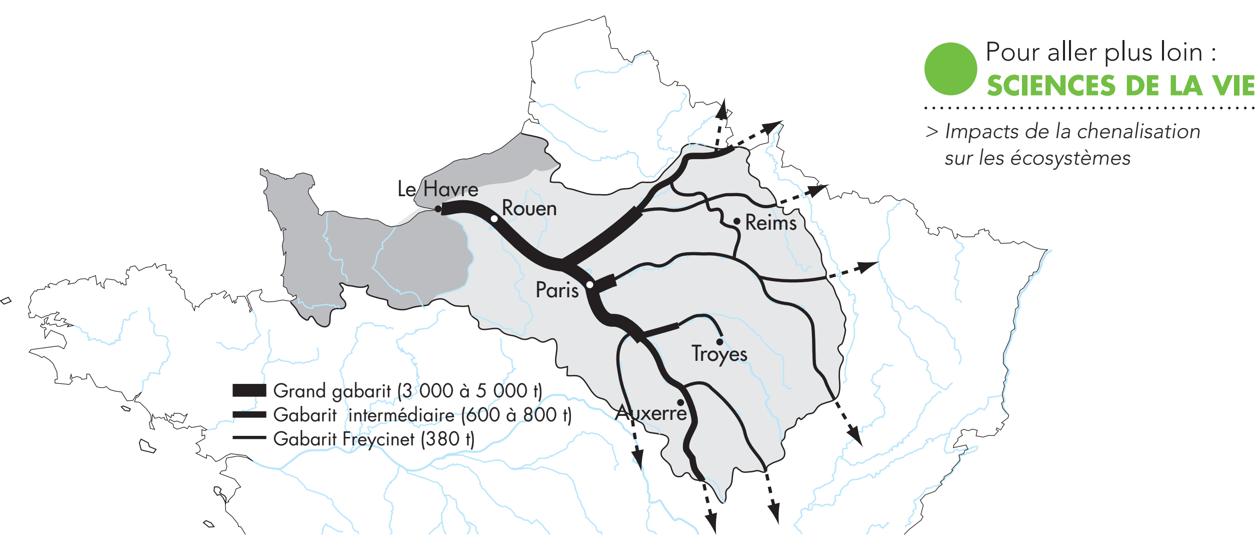



*Figure 30 : Les orientations des voies navigables dans le bassin de la Seine (source : Le Courrier de l'environnement de l'INRA n° 51, février 2004).*

Les canaux et cours d'eau traversent de vastes étendues à vocation agricole. Au nord, à l'est et au sud de Paris, on trouve de grandes plaines agricoles très productives : Picardie, Champagne, Brie et Beauce, considérée comme le grenier à blé de la France. Le paysage y est très caractéristique : grandes parcelles agricoles sans clôtures, absence d'arbres dans les champs, habitat groupé en villages : c'est l'openfield (champs ouverts), qui s'oppose au bocage. Témoin des pratiques d'amélioration des rendements, ce paysage agraire présente des impacts négatifs sur l'environnement : pas de corridor biologique, pas de protection contre le vent (talus et haies), érosion des sols et lessivage des polluants.




*Figure 31 : Paysage agricole en openfield*

22/ L'appellation banane bleue est une représentation de la dorsale économique et démographique de l'Europe occidentale s'étendant de Londres à Milan. Cette notion a aujourd'hui perdu de sa pertinence et laisse davantage place à celle de polycentrisme.

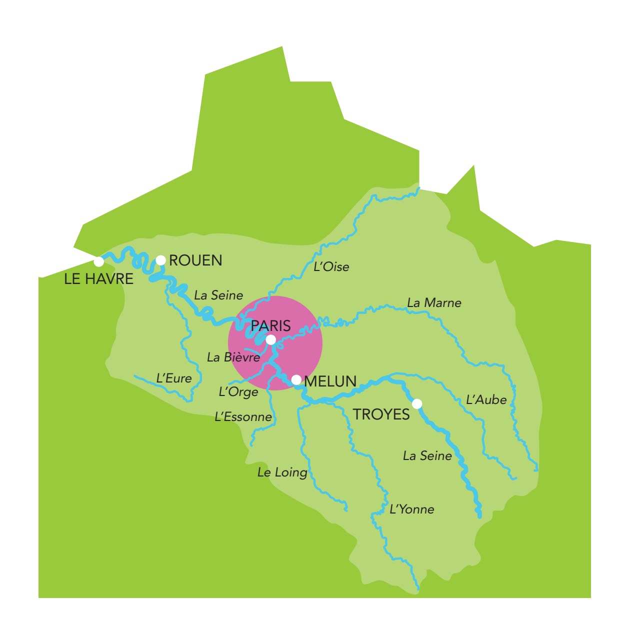
## Les grands lacs-réservoirs




Les quatre grandes crues des années 1910, 1924 et 1955 ont conduit à une prise de conscience des risques humains et économiques que constituent ces phénomènes. La densité des activités humaines dans l'agglomération parisienne en fait une zone particulièrement sensible en cas d'inondation. À l'opposé, la Seine est aussi très sensible aux sécheresses estivales, pendant lesquelles son niveau peut subir un abaissement important.

Quatre grands lacs-réservoirs ont été construits en amont de Paris et permettent de stocker de grandes quantités d'eau[23] : le lac-réservoir de Pannecière (1949), le lac-réservoir Seine (lac d'Orient, 1966), le lac-réservoir Marne (lac du Der-Chantecoq, 1974) et le lac-réservoir Aube (lacs Amance et du Temple, 1989-1990). Leurs capacités de rétention respectives sont de 80, 205, 350 et 170 millions de $m^3$. Leur rôle est double : **réduction des crues** (protégeant ainsi les personnes et les biens des risques liés aux inondations) et **soutien des étiages** (réalimentation des rivières lorsqu'elles sont trop basses pour assurer le débit minimum nécessaire aux différents services rendus par le fleuve : alimentation en eau potable, navigation, vie biologique ou encore irrigation). Les barrages-réservoirs fournissent, en été, près de la moitié du débit de la Seine, permettant une dilution suffisante des rejets polluants.

La région parisienne reste vulnérable et serait atteinte si les conditions climatiques de 1910 se reproduisaient. Il a donc été décidé d'aménager une zone naturelle d'expansion des crues de la Seine, près de sa confluence avec l'Yonne (son affluent le plus tumultueux) sur le site de la Bassée aval.




## La Seine, fleuve parisien

Après être passée par les zones forestières du Morvan et les grandes étendues agricoles de Champagne et de Bourgogne, la Seine traverse la région parisienne, où la densité de population et l'intensité des activités économiques marquent l'aspect du fleuve.

Longtemps cantonné à son rôle de voie de transport, le fleuve abrite sur ses berges le premier port fluvial de France à Gennevilliers (92), où sont débarquées d'importantes quantités de matières lourdes (sables, graviers) et de produits finis. D'autres zones portuaires comme celle de Nanterre constituent les zones d'activités industrielles qui subsistent près de Paris.

23/ Institution interdépartementale des barrages-réservoirs du bassin de la Seine : http://www.iibrbs.fr/IibrbsFr/

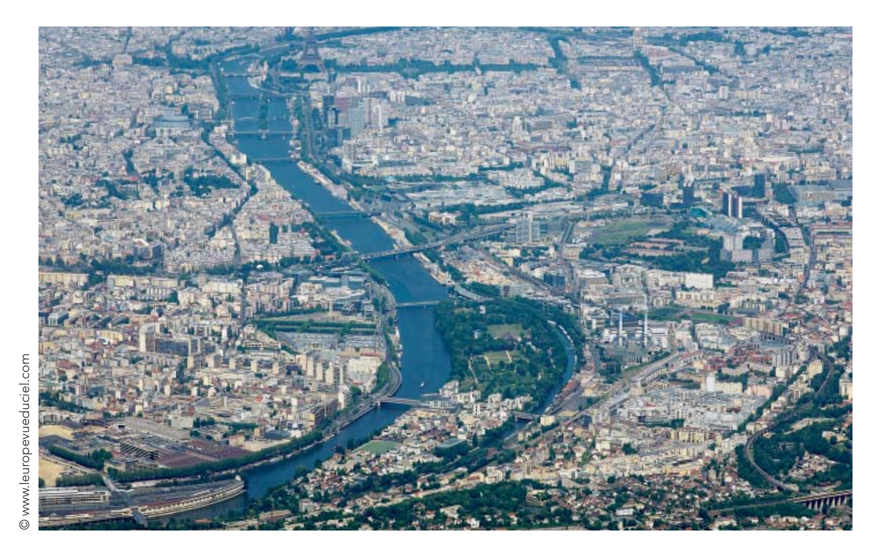



*Figure 32 : Milieu urbanisé dense, la Seine dans Paris*

Au-delà de sa fonction économique, la Seine retrouve aujourd'hui ses fonctions de loisir auprès des riverains. Les berges sont réaménagées en lieux de détente et de promenade, et divers événements et animations lui sont associés (Paris-Plages, parcours pédagogiques au fil de l'eau, navette Voguéo).

**La Seine à l'aval de Paris**

À l'aval de Paris, la Seine s'écoule en suivant des méandres encaissés caractéristiques de la Normandie. La vallée du fleuve a été le siège d'un dépôt alluvionnaire important qui constitue aujourd'hui une ressource économique majeure pour la navigation fluviale : le transport des granulats pour le génie civil. Plus de la moitié de l'extraction s'effectue à l'aval de Paris.




Cette ressource a été très sollicitée pour la reconstruction après la Seconde Guerre mondiale, ainsi qu'à partir du milieu des années 1960 pour la construction des villes nouvelles[24] destinées à accompagner le développement de l'agglomération parisienne.

Aujourd'hui encore, le bassin nécessite plus de granulats pour la construction et les voies de circulation qu'il n'en produit. Leur extraction influe fortement sur son environnement, notamment par la mise à nu de la nappe phréatique, qui se trouve moins protégée des pollutions.

24/ Cergy-Pontoise, Évry, Saint-Quentin-en-Yvelines, Marne-la-Vallée, Sénart.

## L'estuaire, riche et sensible




Avant de se jeter dans la Manche, la Seine s'élargit progressivement pour former un estuaire qui s'étend de Poses à la baie de Seine (160 km). Un estuaire se définit comme une zone sur laquelle les marées se font ressentir. L'estuaire de la Seine constitue un environnement particulièrement riche en biodiversité animale et végétale. Les milieux représentés sont variés : vasières, bancs de sable, lagunes, plans d'eau temporaires ou permanents, prairies humides, marais salants et tourbières sont autant de niches écologiques ou d'espaces indispensables à la reproduction de nombreuses espèces.
Cet environnement précieux est soumis à une pression anthropique très forte, la pollution générée sur tout le bassin versant de la Seine, en particulier en région parisienne, pouvant perturber les écosystèmes. En outre, la construction d'infrastructures sur les berges est également néfaste ; le port du Havre est situé en rive droite, au niveau de la partie marine de l'estuaire.

La rencontre des eaux douces chargées de matières diverses avec les eaux marines salées crée un **bouchon vaseux**. Cette zone de turbidité migre au rythme des marées. Sa taille et sa position évoluent selon les conditions hydrologiques et les pratiques anthropiques car elles influencent la teneur de l'eau en matières en suspension, matières organiques et nutriments. Ce bouchon constitue un écosystème très particulier, mais gravement perturbé par les activités humaines.




Le **mascaret** est une haute vague déferlante remontant le fleuve à grande vitesse lors des marées d'équinoxe. Dans le val de Seine, il a disparu en 1963 dans ses aspects les plus spectaculaires, à la suite des travaux d'endiguement de la Seine. Pouvant atteindre 2,5 m, il était dangereux pour la navigation et fut à l'origine de nombreux décès[25].

Afin de permettre la navigation, la Seine est chenalisée au XIX$^{e}$ siècle. Le chenal est ensuite approfondi au XX$^{e}$ siècle pour l'adapter aux navires de haute mer desservant Rouen.

***Figure 33 : L'estuaire chenalisé de la Seine (en rive gauche, le port de Honfleur)***




***Figure 34 : L'estuaire de la Seine (en rive droite, zone humide, port et ville du Havre)***

25/ http://www.univ-lehavre.fr/cybernat/pages/mascaret.htm

## 2/ UN BASSIN VERSANT MARQUÉ PAR LES ACTIVITÉS HUMAINES

Le bassin versant de la Seine couvre 12 % du territoire français, mais héberge 30 % de la population et 40 % de l'économie du pays. Les pressions anthropiques et leurs incidences sur l'eau y sont donc plus fortes que dans les autres bassins français. Les diverses activités humaines (domestiques, industrielles, énergétiques, agricoles, ainsi que la navigation) et leur répartition interagissent avec le cycle de l'eau, avec des impacts qualitatifs et quantitatifs sur les ressources en eau et le fonctionnement des milieux aquatiques.

Le PIREN-Seine, Programme interdisciplinaire de recherche sur l'environnement de la Seine, regroupe différents partenaires impliqués dans la gestion de la qualité de l'eau sur le bassin. L'objectif de ce programme est d'améliorer les connaissances sur le fonctionnement et la qualité des masses d'eau du bassin versant.




> Usages et pollutions de l'eau

### Les activités domestiques

Sur les 16 millions d'habitants qui peuplent le bassin versant de la Seine, 86 % sont urbains et près de 12 millions résident en Île-de-France. Cette répartition de la population très déséquilibrée est fondamentale vis-à-vis de l'aménagement du territoire. Dans Paris intra-muros, la densité de population est supérieure à 25 000 habitants par km². Dans le reste du bassin, la population s'est établie de façon préférentielle le long des cours d'eau. Les régions qui en sont éloignées, les interfluves, présentent quant à elles des densités de l'ordre de 20 habitants par km².



*Figure 35 : Les stations d'épuration du bassin de la Seine*

La plus grande part des volumes prélevés dans le bassin de la Seine concerne la consommation en eau des populations (56 %), avec une double origine : la moitié en nappe, l'autre moitié en eau de surface. Après consommation (douche, toilettes, vaisselle, lessive), les eaux usées sont dirigées, soit vers un système d'assainissement autonome avant dispersion dans le sol, soit dans le réseau d'égouts conduisant à une station d'épuration. Sur le bassin de la Seine, on compte **2 486 stations d'épuration**[26] . La majorité sont de taille modeste, environ 1 500 stations traitent des quantités d'eau équivalant aux eaux rejetées par moins de 1 000 habitants (notion d'équivalent-habitant : EH). Les stations plus importantes sont moins nombreuses et correspondent aux villes les plus peuplées ; 100 stations d'épuration ont ainsi des capacités de traitement supérieures à 20 000 EH.

L'agglomération parisienne compte cinq stations d'épuration, gérées par le SIAAP (figure 36) :

- **Seine aval** à Maisons-Laffitte, Saint-Germain-en-Laye et Achères (78) → 6 millions d'équivalent-habitant (EH)[27], mise en service : 1940
- **Marne aval** à Noisy-le-Grand (93) → 300 000 EH, 1976, 2009
- **Seine amont** à Valenton (94) → 2,4 millions d'EH, 1987
- **Seine centre** à Colombes (92) → 1 million d'EH, 1998
- **Seine Grésillons** à Triel-sur-Seine (78) → 1 million d'EH, 2006

**Une 6e usine, Seine Morée,** verra le jour au Blanc-Mesnil (93) → 300 000 EH, 2012




> *Les usines d'épuration de l'agglomération parisienne (SIAAP)*

*Figure 36 : Les usines d'épuration de l'agglomération parisienne (SIAAP)*

26/ *Le bassin de la Seine*, Fascicules PIREN-Seine, 2009.
27/ Cf. glossaire.

## Les activités industrielles et énergétiques

40 % des activités industrielles de la France sont concentrées sur le bassin de la Seine, dont 79 % de la production sucrière, 75 % de la production de corps gras, 60 % de la construction automobile et 30 % du raffinage du pétrole[28].

Les industries établies sur le bassin versant sont principalement des industries dites de spécialité, des filières de production créant des produits finis spécialisés. L'implantation des **14 000 sites** s'est opérée selon trois logiques principales : la **proximité des matières premières** (zones de production de betterave pour l'industrie sucrière, zones d'extraction de granulats pour l'industrie du bâtiment, etc.), la **proximité d'un port** fluvial ou maritime pour l'efficacité de l'approvisionnement ou de l'exportation des produits, et enfin l'établissement **près des zones urbaines denses** dans lesquelles les produits finis pourront être commercialisés. La distribution géographique de ces industries est la suivante (figure 37) :

- **les industries agroalimentaires** sont réparties sur le bassin mais sont largement dominantes dans les bassins Seine amont, Marne en amont de l'Île-de-France et sur toute la Basse-Normandie ;
- **l'industrie chimique-pétrole** est fortement représentée en Haute-Normandie, en bordure de Seine ainsi que dans le bassin Oise-Aisne ;
- **les industries mécaniques et métallurgiques** sont essentiellement implantées en Île-de-France et à l'aval de Paris, de même que **les industries papetières** ;
- le lit de la Seine est considéré comme principale source de matériaux de construction dans la région parisienne ;
- on note enfin l'existence d'une forte **activité hydroélectrique** en amont du bassin (en particulier sur l'Yonne et ses affluents), sur le cours aval de la Seine et sur l'Eure. Il existe également une centrale nucléaire située dans l'Aube (à Nogent-sur-Seine).

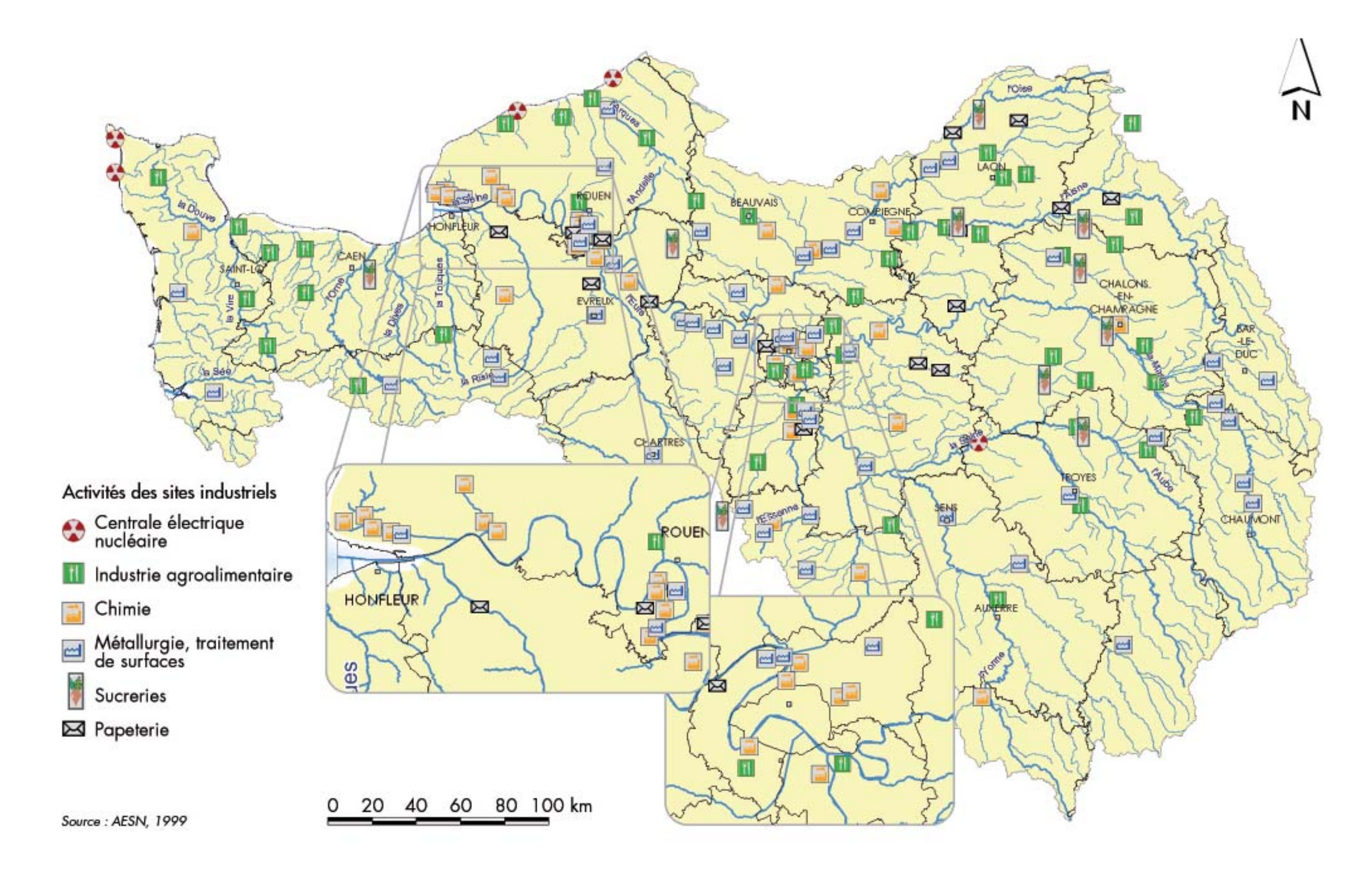



*Figure 37 : Les principales industries du bassin de la Seine*

28/ "Les pressions anthropiques et leurs impacts sur les situations qualitatives et quantitatives de l'eau dans le bassin versant de la Seine", Katerji N. et Hoflack J., *Le Courrier de l'environnement de l'INRA* n° 51, février 2004.

L'impact de ces activités industrielles au niveau de la ressource en eau sur le bassin se situe tout d'abord au niveau des prélèvements. L'industrie est responsable de 41 % des prélèvements en eau du bassin, principalement en eau de surface (72 %). 85 % des eaux servent au refroidissement des divers outils de production et sont donc restituées au milieu.

Il existe deux possibilités pour le traitement des eaux industrielles : elles sont traitées sur site par les industriels ou rejoignent le réseau de collecte et les stations d'épuration des collectivités (éventuellement après un prétraitement). Un impact important de l'industrie du bassin est lié à la forte toxicité des éléments rejetés : 90 % des métaux toxiques ont pour origine une activité industrielle.





*Figure 38 : Usines en bord de Seine (Moulineaux, Seine-Maritime)*

## Les activités agricoles

L'agriculture représente 60 % de l'espace du bassin ; elle y est donc majoritaire par rapport aux zones urbaines et industrielles. Pourtant, les prélèvements pour l'agriculture paraissent faibles en comparaison avec les autres secteurs (3 %). Ils sont concentrés dans la plaine de la Beauce et se font principalement en nappe (90 %).

Le système de production agricole a subi de profondes modifications ces dernières décennies : recul de l'élevage, corrélé à la céréalisation croissante du bassin. Dans le nord de celui-ci, les cultures industrielles se sont développées, en lien avec les industries agroalimentaires (betterave sucrière en Picardie et Champagne, pomme de terre et légumes de plein champ, etc.).

Pour aller plus loin :
**SCIENCES DE LA VIE**

> *L'azote et le phosphore dans les cours d'eau*

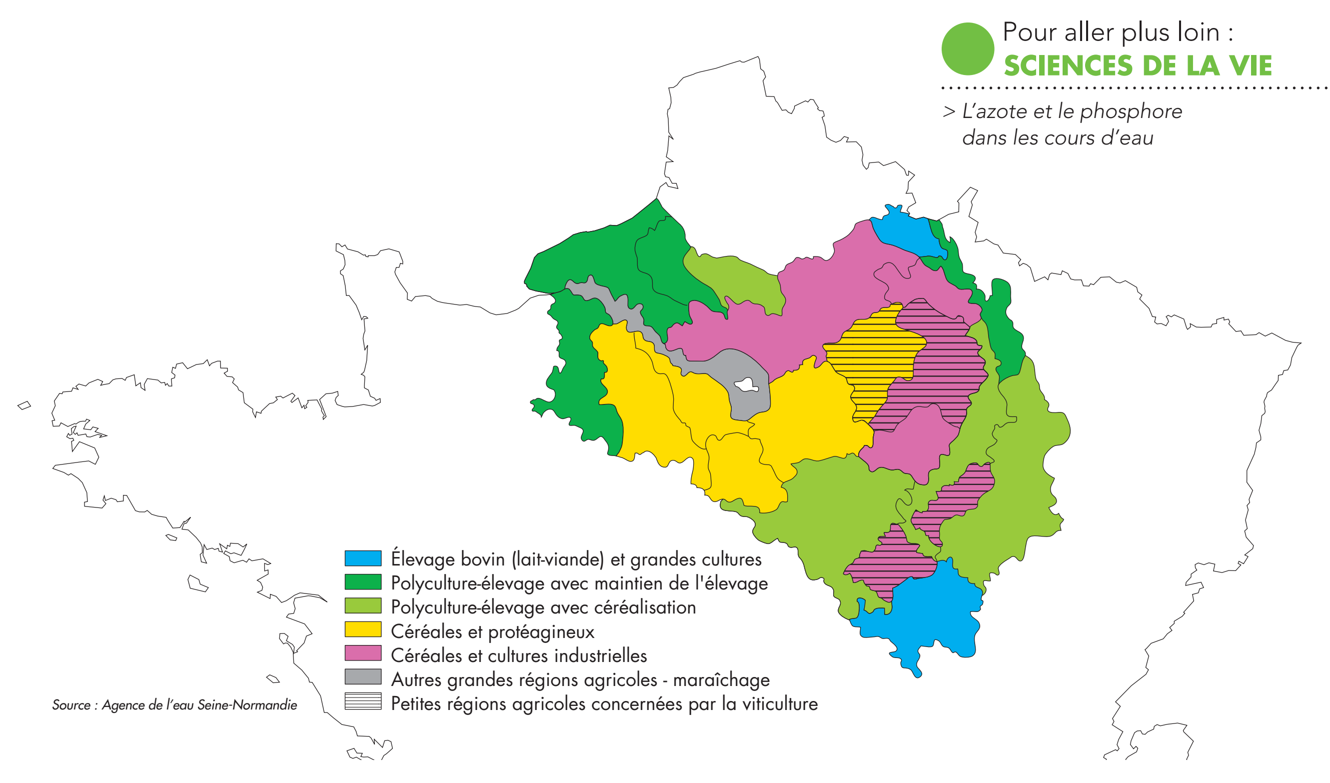



*Figure 39 : Répartition des grands types agricoles dans le bassin de la Seine*

Le paysage agricole du bassin s'est métamorphosé, avec une céréalisation de l'agriculture. On s'est de plus orienté vers une agriculture productive, très performante. Les cultures annuelles n'occupent l'espace que durant une partie de l'année ; quand le sol est nu, le ruissellement des pluies contribue à la pollution chimique de l'eau de surface et de la nappe.

Les nombreuses exploitations agricoles présentes sur le bassin ne produisent néanmoins qu'une minorité des biens consommés en Île-de-France. En effet, sur les 14 millions de tonnes importées chaque année dans cette région, seul un quart provient du bassin de la Seine.

La totalité des exploitations forme la surface agricole utile (SAU). Sur le bassin, 43 % de la SAU est consacrée aux céréales et aux oléoprotéagineux, 19 % aux cultures générales, 17 % aux grandes cultures et herbivores, le reste de l'espace agricole se répartissant entre l'élevage de bovins pour le lait ou la viande et les élevages ovins et caprins.




*Figure 40 : Champ de colza en bord de Seine (Saint-Pierre-la-Garenne, Eure)*

## QUELLES CULTURES DERRIÈRE LE CLASSEMENT PAR OTEX ?

*(Orientation technico-économique des exploitations)*

- Les **céréales**, souvent réduites à l'état de farine ou de semoule, servent directement à l'alimentation des hommes et des animaux. Les plus cultivées sont le blé, l'orge et le maïs (grain).
- Les **oléagineux** sont les plantes destinées à la production d'huiles (colza et tournesol notamment).
- Les **protéagineux** sont utilisés pour l'alimentation animale du fait de leur teneur en protéines (pois protéagineux, lupin).
- La **betterave** se caractérise par le fait que le produit majoritaire n'est consommable qu'après une transformation industrielle : production de sucre.
- La **pomme de terre** et autres légumes sont destinés au marché du frais ou à l'industrie agro-alimentaire, ils sont caractérisés par une haute valeur ajoutée
- La **vigne**, en Champagne notamment, est peu représentée par les étendues qui y sont consacrées mais possède une forte valeur économique et culturelle.

Les activités les plus représentées sur le bassin se caractérisent notamment par la taille importante des exploitations dont la surface moyenne est supérieure à 100 hectares. En conséquence, les sols sont soumis à une forte érosion. La partie supérieure des sols est arrachée, et les matières emportées ne sont pas retenues par des haies ou autres fossés séparant les parcelles agricoles.

L'agriculture sur le bassin de la Seine est considérée comme l'une des plus productives du monde et nécessite, à ce titre, une grande quantité d'intrants, engrais et produits phytosanitaires, dont l'ajout est indispensable à une telle efficacité de l'exploitation des terres. Les conséquences vis-à-vis des différentes masses d'eau sont directes. Par lessivage ou percolation à travers les sols, les éléments dispersés sur les cultures atteignent les eaux de surface ou les eaux souterraines (nappes phréatiques). On observe alors de forts déséquilibres des écosystèmes (eutrophisation) ou des contaminations par des éléments toxiques de différentes réserves d'eau pouvant faire l'objet de prélèvements pour la consommation humaine.

## 3/ L'ÉTAT DE LA SEINE

Au niveau des stations d'épuration, les eaux épurées sont rejetées dans le milieu naturel, où elles sont diluées par le flux du fleuve, limitant ainsi un éventuel impact sur ce dernier. En plus des rendements épuratoires obtenus par les traitements d'épuration, les processus d'autoépuration qui se déroulent dans le fleuve participent à éliminer les pollutions libérées. Cependant, malgré l'amélioration des traitements ces dernières années, certaines stations d'épuration des grandes agglomérations rejettent de telles quantités d'eaux épurées qu'il est difficile d'empêcher tout impact sur la ressource en eau.

Afin de suivre l'évolution de la qualité de l'eau dans le fleuve, différents paramètres de pollution sont mesurés et peuvent être analysés à la fois dans l'espace (de la source à l'estuaire sur des profils en long) et dans le temps (comparaison sur deux périodes). Cinq classes de qualité sont utilisées pour décrire simplement l'état de l'eau :




L'étude de la **pollution organique** permet d'appréhender principalement la pollution d'origine fécale, ayant pour conséquences des proliférations bactériennes qui dégradent les conditions de vie dans le milieu aquatique (figure 41).




*> L'impact des stations d'épuration de l'agglomération parisienne*

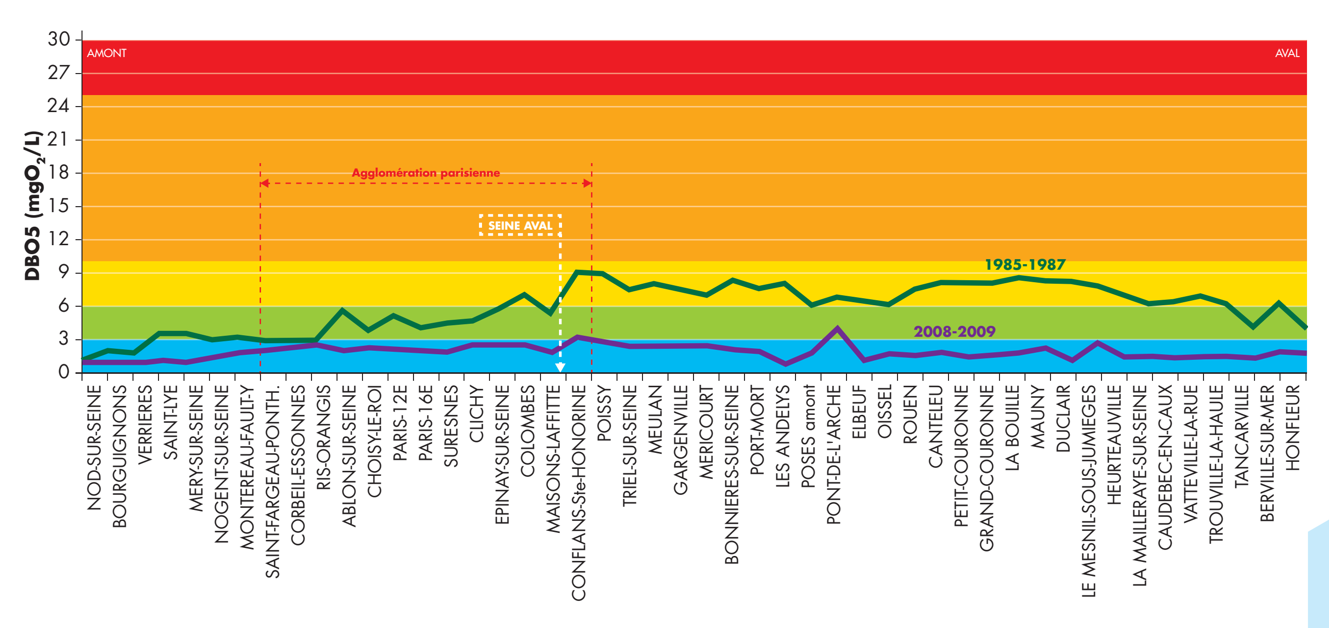



*Figure 41 : Profil en long de la pollution organique dans la Seine*

Au milieu des années 1980, le paramètre **matière organique**[29] permet de classer l'eau de la tête du bassin dans la catégorie "très bonne". Puis la qualité de l'eau se dégrade progressivement (classe bonne), en raison des divers rejets industriels et domestiques de la région parisienne. Un pic de concentration apparaît entre Maisons-Laffitte et Poissy (classe moyenne), il correspond au rejet de la station d'épuration Seine aval, exutoire des eaux usées d'une très grande partie de l'agglomération parisienne. Par la suite, les processus d'autoépuration nous permettent d'observer une diminution progressive de la matière organique jusqu'à l'estuaire (classe bonne) ; on note néanmoins, de la même façon qu'à Paris mais à une échelle moindre, une remontée au niveau de l'agglomération rouennaise.

29/ La matière organique est estimée par la demande biochimique en oxygène à 5 jours (DBO5).

En 2008-2009, on retrouve globalement le même profil, mais à un niveau nettement inférieur. Ce paramètre matière organique est désormais classé dans la catégorie “très bonne” jusqu'à l'estuaire, excepté deux zones limitées à la classe “bonne” (au niveau de Seine aval et dans l'Eure).Cette amélioration peut être imputée à la maîtrise des rejets intempestifs, à l'augmentation de la capacité de traitement et à l'amélioration des procédés d'épuration.

La pollution organique est caractéristique de l'activité humaine et des rejets ponctuels ; d'autres paramètres ne présentent pas des profils aussi simples à analyser, du fait des comportements complexes que peuvent avoir certains polluants.

**Un bilan positif sur la qualité des eaux**

D'une manière générale, l'efficacité des procédés d'épuration mis en place a permis de diminuer l'impact de l'agglomération parisienne sur le fleuve. Cet impact est d'autant plus fort que le débit de la Seine est relativement faible par rapport aux autres grands fleuves européens. Cela n'a pas empêché une amélioration de la qualité des eaux de la Seine qui a eu lieu malgré la hausse notable de la population de l'agglomération.

Au titre de la réglementation européenne, la Seine à Paris ne jouit pas d'une qualité d'eau de baignade, les quantités de bactéries présentes dans l'eau dépassant les seuils tolérés. Cependant, les eaux de la Seine sont aujourd'hui d'une qualité adaptée à une vie aquatique qui avait presque disparu.

# III. L'assainissement au cœur des enjeux du développement durable

## A. LES OBJECTIFS DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

Le développement durable est défini comme "un mode de développement qui répond aux besoins des générations présentes, sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs[30]".

Le développement durable peut concerner une personne ou un foyer, une ville ou une autre collectivité territoriale, une entreprise ou même un État. Il se donne de nombreux objectifs, tels que la lutte contre le changement climatique et la protection de l'atmosphère, la préservation de la biodiversité, des milieux et des ressources, la cohésion sociale et la solidarité entre territoires et entre générations, l'épanouissement de tous les êtres humains et l'accès pour tous à une bonne qualité de vie, ainsi que l'instauration d'une dynamique de développement suivant des modes de production et de consommation responsables.

Pour atteindre ces objectifs très variés, une démarche de développement durable nécessite de respecter simultanément trois piliers interdépendants : social, économique et environnemental (figure 42). Le développement durable se définit alors comme **un développement économique pérenne garantissant à la fois une équité sociale et la préservation de l'environnement.**

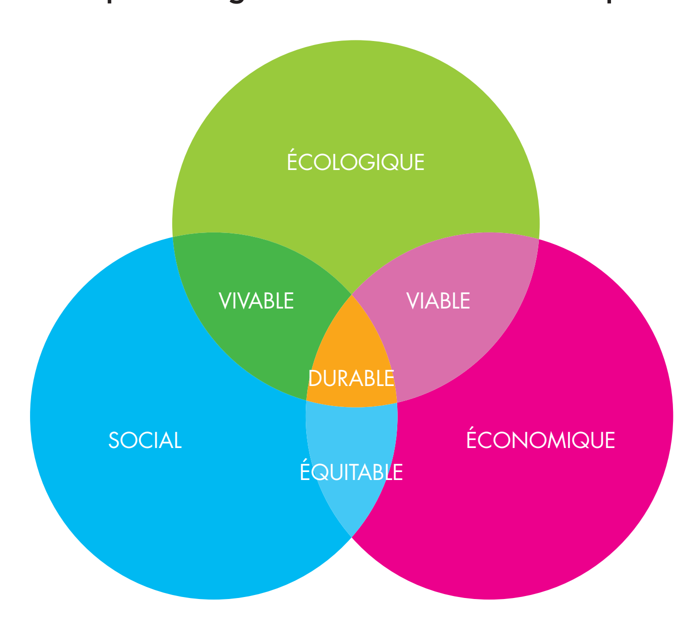



*Figure 42 : Les trois piliers du développement durable*

- **Le pilier écologique :** protection des ressources naturelles et de la biodiversité, lutte contre le changement climatique, la déforestation et la désertification, promotion des énergies renouvelables.
- **Le pilier social :** lutte contre l'exclusion sociale, accès aux biens et services (santé, logement, éducation), amélioration des conditions de travail.
- **Le pilier économique :** modification des modes de production et de consommation, lutte contre la pauvreté, promotion du commerce équitable entre le Nord et le Sud.



30/ D'après le rapport Brundtland publié par l'Organisation des Nations unies (ONU) en 1987.

# B. L'AGENDA 21

À la suite du sommet de la Terre de Rio en 1992, les collectivités territoriales sont encouragées à engager un programme politique pour mettre en œuvre les principes de développement durable à l'échelle de leur territoire, en y impliquant fortement les habitants, les acteurs locaux et les entreprises, c'est un **Agenda 21**. Il se présente comme un tableau de bord dans lequel sont fixés des objectifs et les actions à mettre en place pour les atteindre.

Le cœur même du métier du SIAAP, l'assainissement, s'inscrit dans le cadre du développement durable de l'agglomération parisienne. De plus, le SIAAP dépasse son cœur de métier, la dépollution des eaux usées, pour s'attacher à la préservation de l'air, aux économies d'énergie, à la cohésion sociale locale ou encore à la coopération avec les pays moins développés. En 2007, le SIAAP a donc décidé de concevoir et de mettre en œuvre un Agenda 21. L'outil permet, dans cette structure de grande envergure, d'élaborer une stratégie d'action pour répondre aux finalités du développement durable.

Conçu autour de cinq grands **thèmes** fédérateurs, l'Agenda 21 du SIAAP précise, dans chacun des thèmes, une série d'**objectifs globaux** (27 au total). Chacun des objectifs globaux est associé à une ou plusieurs **actions** et à des objectifs annuels précis. Enfin, des **indicateurs de suivi** sont précisés et permettent de juger de l'avancement des actions, eux-mêmes convertis en **notes** (figure 43).

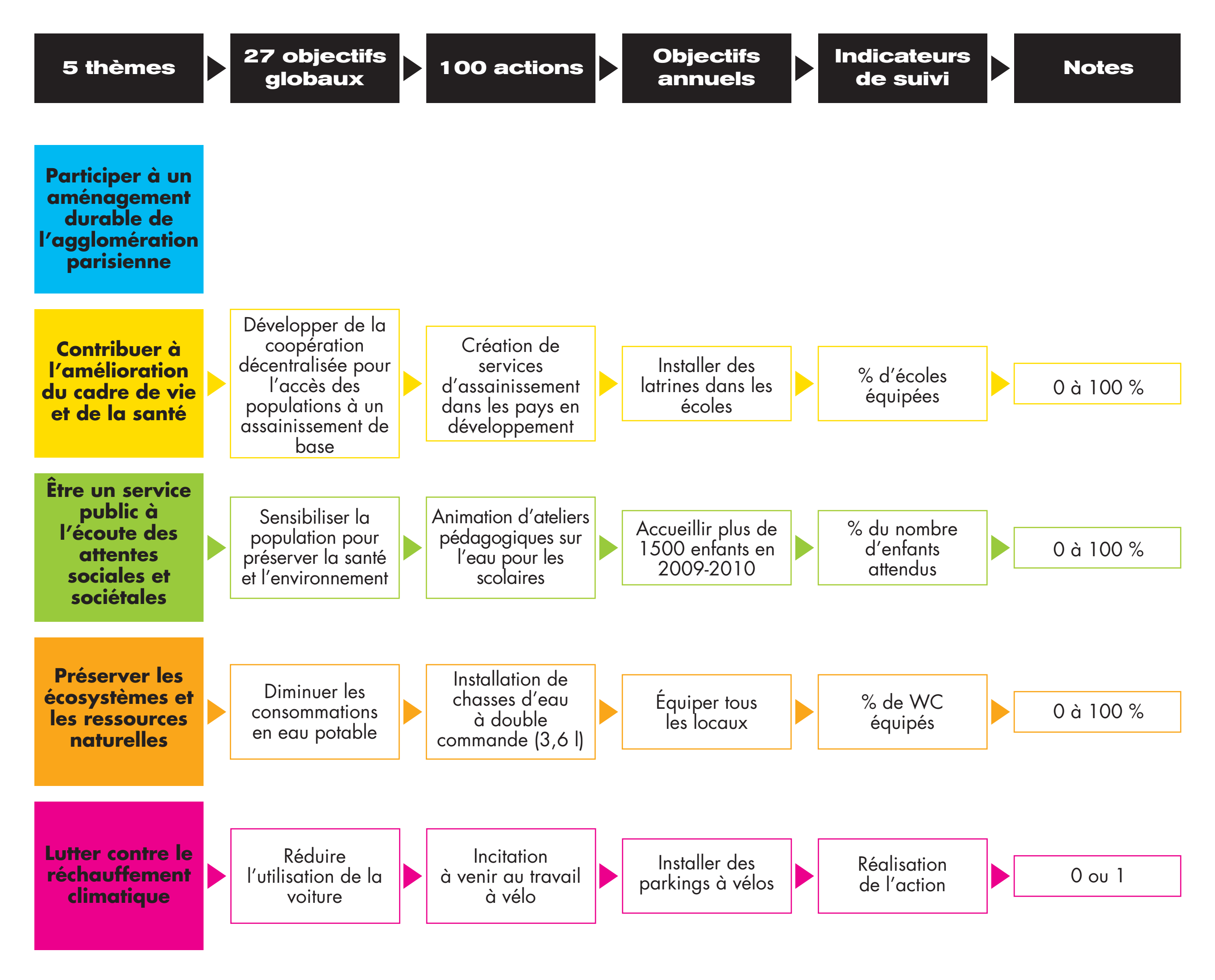



*Figure 43 : La structure de l'Agenda 21 du SIAAP (2010), quelques exemples d'actions*

- Le thème **Participer à un aménagement durable de l'agglomération parisienne** a pour ambition de mettre en œuvre une politique partenariale ; il se place au niveau des décideurs publics et des industriels du territoire.

- Le thème **Contribuer à l'amélioration du cadre de vie et de la santé** s'attache à garantir la sécurité et la santé des agents et des riverains des usines du SIAAP. Les actions de solidarité internationale s'intègrent dans cette partie (cf. point 3 de ce chapitre).

- Le thème **Être un service public à l'écoute des attentes sociales et sociétales** comprend des actions d'information et de sensibilisation de la population pour une meilleure compréhension des enjeux de l'assainissement et la protection de l'environnement ; les outils pédagogiques conçus à La Cité de l'Eau et de l'Assainissement (notamment ce livret) font partie de ce thème. Il vise également à favoriser l'emploi local.

- Le thème **Préserver les écosystèmes et les ressources naturelles** est le thème le plus développé ; il comprend la préservation de la Seine et de la Marne, la gestion optimisée de l'eau et des déchets, et la protection de la biodiversité des milieux terrestres et aquatiques à proximité des usines.

- Le thème **Lutter contre le réchauffement climatique** s'attache à favoriser les économies d'énergie et à récupérer l'énergie produite par les usines. Le réchauffement climatique est évalué à partir des émissions de gaz à effet de serre (cf. encadré "La lutte contre le changement climatique, le levier des transports").

## LA LUTTE CONTRE LE CHANGEMENT CLIMATIQUE, LE LEVIER DES TRANSPORTS

Sachant que le premier facteur d'émission de $CO_2$ est le transport automobile, le SIAAP oriente ses choix vers des **modes de transport alternatifs.**

- Ainsi, depuis 2006, l'appontement fluvial de l'usine Seine aval permet d'acheminer par le fleuve une grande partie des produits nécessaires à l'activité : 260 péniches remplacent 3 600 camions qui circulaient chaque année sur le site, ce qui divise par 2,5 les émissions de $CO_2$.
- Dans l'usine de Seine amont, c'est **le rail**, plutôt que la route, qui a été choisi pour évacuer les produits issus des boues, grâce à la création d'une plate-forme ferroviaire reliée par un embranchement de 800 m au réseau SNCF.

Deux grands types d'actions peuvent être distingués au sein de l'Agenda 21 du SIAAP en fonction des acteurs ciblés :
- **les actions "individuelles"** : ces actions dépendent en grande partie de l'engagement personnel de chaque agent du SIAAP et nécessitent information et sensibilisation. Le plus souvent, ces actions peuvent d'ailleurs être appliquées par chacun à son domicile (optimisation de l'utilisation du papier, extinction des lumières et des ordinateurs dans les locaux inoccupés, recours au covoiturage, etc.) ;
- **les actions "directives"** : dans ce cas, leur application est obligatoire, mais peut ne concerner qu'un petit groupe d'agents et nécessiter des formations (nouvelle technique, nouveau matériel, nouvelle procédure, etc.).

Il est possible aussi de différencier les actions potentiellement communes avec les Agendas 21 des autres collectivités et les actions spécifiques à un secteur d'activité :

- **les actions "généralistes"** : intégration de produits issus de l'agriculture biologique dans les cantines, installation d'ampoules à basse consommation, éradication des engrais et phytosanitaires chimiques dans les espaces verts ;
- **les actions "cœur de métier"** : ici le fonctionnement des stations d'épuration (valorisation des sous-produits de l'assainissement, tels que les boues, sables, cendres : cf. encadré "Du déchet au produit, la valorisation" ; prise en compte du développement durable dès la conception d'une nouvelle usine : cf. encadré "L'usine Seine Morée, un éco-projet").

Pour aller plus loin :
**SCIENCES ET TECHNIQUES**

*> Le traitement et la valorisation des boues d'épuration*

## DU DÉCHET AU PRODUIT, LA VALORISATION

Mieux on dépollue les eaux, plus on produit de résidus appelés "boues". La dépollution d'un mètre cube d'eau entraîne la production de 400 grammes de boues, constituées essentiellement de sels minéraux et de matière organique. Dans une logique de développement durable, le SIAAP multiplie les techniques de traitement pour transformer ces résidus en produits utiles. Cette valorisation se concrétise sous trois formes :

- **valorisation agronomique** comme engrais ;
- **valorisation énergétique** comme combustible ;
- **valorisation matière** comme remblai de construction.




*> L'usine d'épuration Seine Morée*

## L'USINE SEINE MORÉE, UN ÉCO-PROJET

La sixième usine du SIAAP – Seine Morée – dépolluera les eaux usées de cinq communes du nord-est de la Seine-Saint-Denis[31] (plus de 200 000 habitants) au Blanc-Mesnil dès 2012.
De sa conception à sa réalisation, Seine Morée conjugue tous les critères du développement durable :

- **conception architecturale** pour une intégration harmonieuse dans l'environnement et la préservation du cadre de vie de la population riveraine : socle de pierre, bâtiments compacts et couverts, murs et toits végétalisés, plans d'eau naturalisés ;

- **énergies renouvelables** : panneaux solaires pour la production d'eau chaude, pompes à chaleur pour la climatisation, récupération des eaux de pluie, réutilisation d'une partie de l'eau traitée pour le nettoyage des équipements et l'arrosage des espaces paysagers, et récupération de chaleur dégagée dans le réseau des eaux usées pour chauffer 350 logements de l'Office public de l'habitat d'Aulnay-sous-Bois ;

- **technologies "vertes" pour la dépollution des eaux usées** capables de traiter 50 000 m$^3$ d'eau par jour avec un niveau de performance assurant une qualité des rejets inégalée en Île-de-France et permettant la renaissance de la rivière la Morée. Une boucle de synergie industrielle publique inédite est créée avec le SYCTOM (agence métropolitaine des déchets ménagers[32]). Les boues d'épuration, issues de la dépollution des eaux à Seine Morée, sont acheminées jusqu'à l'usine du SYCTOM et mélangées avec les déchets ménagers organiques. Elles sont traitées selon le procédé de méthanisation et valorisées comme source d'énergie pour les besoins propres de l'usine, et comme compost pour l'agriculture.

31/ Aulnay-sous-Bois, Sevran, Tremblay, Vaujours et Villepinte.
32/ Le SYCTOM, Syndicat intercommunal de traitement des ordures ménagères, est chargé de traiter et valoriser les déchets ménagers de 5,5 millions d'habitants dans 84 communes adhérentes de l'agglomération parisienne.

## C. LA COOPÉRATION DÉCENTRALISÉE

L'assainissement est un enjeu très sensible dans les pays en développement, où il permet de prévenir un grand nombre de maladies dites hydriques.

Le SIAAP, établissement public regroupant quatre départements, bénéficie du statut de "collectivité territoriale" (communes, départements, régions).
Le financement du secteur de l'eau repose en France sur le principe spécifique de "l'eau paie l'eau" : les usagers supportent, par leurs factures d'eau, l'essentiel des dépenses liées à la gestion de l'eau qu'ils consomment[33]. Il en résulte un budget autonome pour les services d'eau et d'assainissement des collectivités. Dans ce cadre, il était impossible de financer des actions de coopération sur le budget eau des collectivités. Depuis 2005, la loi dite "Oudin-Santini" (cf. encadré ci-dessous) permet de dépasser cette règle dans des limites clairement définies.

### LOI OUDIN-SANTINI DU 9 FÉVRIER 2005

Parue le 10 février 2005 au *Journal officiel*, la *loi relative à la coopération internationale des collectivités territoriales et des agences de l'eau dans les domaines de l'alimentation en eau et de l'assainissement* permet aux communes, établissements publics intercommunaux, syndicats mixtes de consacrer jusqu'à 1 % du budget alloué aux services d'eau et d'assainissement à des actions de coopération internationale. Une part de leur budget peut ainsi être consacrée à une action d'urgence ou de développement local dans un pays tiers et dans les domaines de l'eau et de l'assainissement.

Cette loi reflète les engagements pris dans les domaines de l'eau et de l'assainissement, notamment dans le cadre des objectifs du millénaire pour le développement (OMD) fixés à l'horizon 2015.

Le SIAAP a ainsi choisi de consacrer une partie de son budget à la **coopération décentralisée**. C'est une forme spécifique de coopération internationale, non gouvernementale, basée sur un engagement réciproque entre collectivités locales et permettant un renforcement de la décentralisation. La coopération décentralisée repose sur deux axes d'intervention principaux : **l'appui institutionnel** (assistance à la maîtrise d'ouvrage, formation, sensibilisation) et **l'aide à l'investissement** (financement d'infrastructures, mobilisation d'autres bailleurs)[34].

En plus d'être inscrite dans l'Agenda 21 du SIAAP comme l'un des 27 objectifs globaux, la coopération décentralisée est mise en œuvre par une mission "Relations internationales" directement placée auprès du directeur général. Composée de quatre personnes, elle s'appuie également sur une vingtaine d'agents volontaires du SIAAP qui apportent leur expertise sur les différentes coopérations en cours.

À la demande des collectivités franciliennes situées dans le périmètre d'intervention du SIAAP, les coopérations sont choisies selon leur cohérence avec quatre idées directrices en matière d'aide au développement :
- cibler en fonction des compétences existantes ;
- donner la priorité aux échanges d'expériences et aux transferts de compétences ;
- apporter une réponse efficace et pérenne aux besoins des populations ;
- favoriser l'implication des autorités et des populations locales.

33/ "Le prix de l'eau en France", CNRS : http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/doseau/decouv/france/09_prix.htm.
34/ *Assurer l'assainissement pour tous*, Arene Île-de-France, pS-Eau, SIAAP, 2009.

Le SIAAP s'engage dans dix-huit pays, en Afrique, Asie, Amérique latine et Europe (figure 44), où il participe à des projets alliant des actions très variées : de la sensibilisation à l'hygiène à l'installation de dispositifs de collecte et de traitement des eaux usées… À partir de l'une des coopérations du SIAAP – avec la ville de Tessaoua au Niger –, voici un tour d'horizon des actions mises en place :

- **renforcement institutionnel** (formations pour élus et agents municipaux) ;
- **renforcement des ressources humaines** (salaire du personnel local) ;
- **renforcement matériel** (informatique, fournitures de bureau, charrette-citernes pour la vidange des fosses des latrines) ;
- **sensibilisation des groupes cibles** (animations dans les écoles, affichages d'informations visuelles, création de messages pour la radio locale, représentations de théâtre forum dans les rues, séances de cinéma numérique ambulant, porte-à-porte, formation de personnes relais dans les quartiers de la ville, de vidangeurs et d'un groupe de femmes productrices de savons) ;
- **études** (cartographie, topographie, pédologie, hydraulique, qualité de l'eau, socioéconomie) ;
- **travaux** (construction de blocs de latrines dans les écoles et dans les lieux fréquentés, subvention pour la construction de latrines dans les habitations, assainissement des points d'eau potable, couverture d'un caniveau).

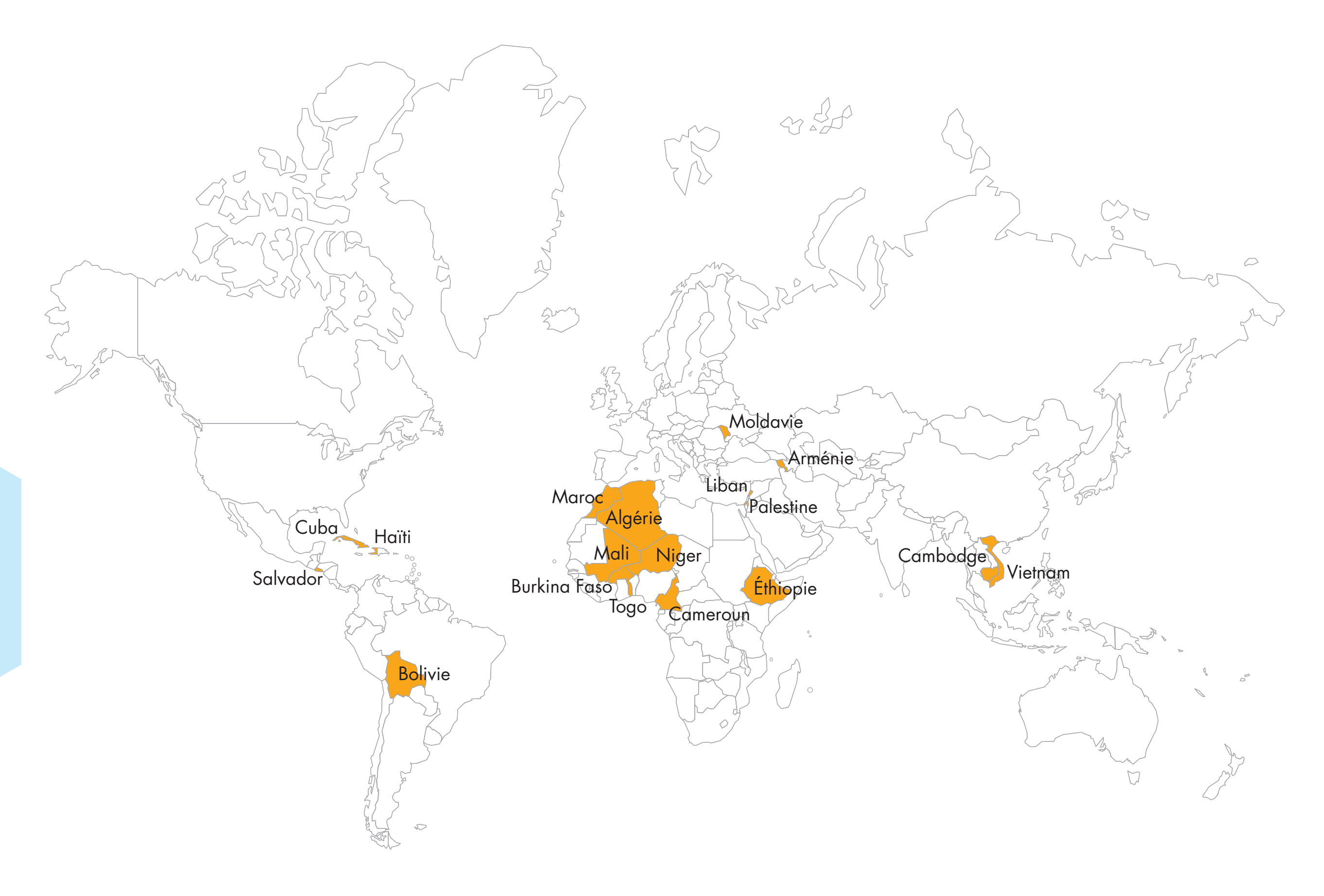



*Figure 44 : Les pays concernés par la coopération décentralisée du SIAAP*

## LA COOPÉRATION DÉCENTRALISÉE AU SIAAP EN QUELQUES CHIFFRES

- **18 pays** concernés[35] (Afrique, Asie, Amérique centrale, Europe)
- **20 coopérations** en cours ou à venir
- **3,5 millions d'euros** investis entre 2005 (loi Oudin-Santini) et 2010
- **350 000 bénéficiaires** (infrastructures d'assainissement, formations, sensibilisations, etc.).

35/ Algérie, Bolivie, Mali, Niger, Togo, Burkina Faso, Éthiopie, Maroc, Liban, Palestine, Cambodge, Vietnam, Cuba, Haïti, Moldavie ; à venir : Cameroun, Arménie, Salvador.

# Glossaire

**ADDUCTION (D'EAU POTABLE)**
Ensemble des techniques permettant d'acheminer une eau propre à la consommation depuis sa source jusqu'à son lieu de consommation (prélèvement, traitement, stockage, distribution).

**AGENCE DE L'EAU**
Établissement public placé sous la tutelle des ministères chargés de l'Environnement et des Finances. Les six agences de l'eau perçoivent des redevances auprès des différents usagers de l'eau (factures d'eau). Elles redistribuent l'argent collecté aux acteurs concernés (collectivités territoriales, industriels, agriculteurs, associations) pour la réalisation de projets de lutte contre la pollution, de gestion des ressources en eau et de préservation des milieux aquatiques.

**AQUIFÈRE**
Couche de roche perméable contenant de l'eau de façon temporaire ou permanente.

**ASSAINISSEMENT**
Ensemble des techniques de collecte, de transport et de traitement des eaux usées avant leur rejet dans le milieu naturel.

**AUTOÉPURATION**
Ensemble des processus naturels permettant à un milieu pollué de retrouver son état originel. L'action des micro-organismes en est le principal moteur.

**BASSIN SÉDIMENTAIRE**
Portion de la croûte terrestre en forme de cuvette sur laquelle se sont accumulés durant une longue période des dépôts (sédiments) principalement marins. D'une manière générale, ils abritent de nombreux aquifères.

**BASSIN VERSANT**
Zone géographique sur laquelle toutes les eaux (précipitations, rivières) convergent vers un exutoire commun, l'embouchure d'un fleuve par exemple.

**BIODIVERSITÉ**
Diversité du monde vivant, déclinée sous trois formes : diversité écologique (des milieux), diversité spécifique (des espèces) et diversité génétique (au sein d'une même espèce).

**COOPÉRATION DÉCENTRALISÉE**
Établissement de relations entre collectivités françaises (régions, départements, communes et groupements de communes) et étrangères, formalisées par des conventions. Celles-ci définissent les actions prévues et leurs modalités techniques et financières.

**CYCLE NATUREL DE L'EAU**
Ensemble des processus naturels par lesquels l'eau circule entre les différents réservoirs (atmosphère, eaux de surface, eaux souterraines).

**CYCLE TECHNIQUE DE L'EAU**

Ensemble des procédés de transport et de traitement des eaux de consommation (captage d'eau brute, potabilisation, stockage et distribution d'eau potable, utilisation et pollution, collecte et transport des eaux usées, épuration, rejet au milieu naturel).

**EAU POTABLE**

Eau satisfaisant à un certain nombre de critères la rendant propre à la consommation humaine. En France, 64 paramètres sont contrôlés pour garantir sa qualité.

**EAUX USÉES**

Eaux chargées de divers polluants après usage. Les eaux usées comprennent les eaux domestiques (douche, toilettes, vaisselle, lessive, etc.), industrielles et pluviales. La consommation d'eau moyenne d'un Francilien est de 140 litres par jour.

**ÉCOSYSTÈME**

Ensemble composé d'un milieu (biotope) et de toutes les espèces vivantes qui s'y trouvent (biocénose), ainsi que de toutes les relations existant entre le milieu et les espèces, mais aussi entre les espèces entre elles.

**ENDÉMIQUE**

Se dit d'une espèce dont la présence à l'état naturel est limitée à une région donnée.

**ÉQUIVALENT-HABITANT**

Quantité moyenne de pollution produite en un jour par une personne. Cette unité de mesure permet d'évaluer la capacité de traitement d'une station d'épuration.

**ÉROSION**

Processus de transformation du relief par l'action du vent, de la pluie, d'un cours d'eau, d'un glacier, des êtres vivants et des activités humaines.

**ESTUAIRE**

Embouchure d'un fleuve dans laquelle la mer remonte. C'est une zone de mélange entre les eaux marines salées et les eaux douces du fleuve.

**ÉTIAGE**

Niveau le plus bas d'un cours d'eau, en général atteint en été.

**EUTROPHISATION**

Enrichissement excessif des eaux en éléments nutritifs (phosphates, nitrates) dans un milieu aquatique, entraînant des proliférations algales ou végétales, affectant les usages de l'eau et la vie aquatique.

**GRANULATS**

Ensemble des grains de différentes dimensions (sable, gravillons, graviers) destinés à l'industrie du bâtiment et aux travaux publics.

**INDICE DE DÉVELOPPEMENT HUMAIN (IDH)**

Indice composite prenant en compte la longévité, le niveau d'éducation et le niveau de vie, créé par le Programme des Nations unies pour le développement (PNUD) en 1990. Dans le classement des pays en 2009, il est compris entre 0,971 et 0,26.

**LAC-RÉSERVOIR**

Lac artificiel formé par la construction d'un barrage. Le rôle des lacs-réservoirs de la Seine est d'empêcher des inondations trop importantes (écrêtement des crues) et d'alimenter les cours d'eau quand leur débit est très faible (soutien d'étiage).

**LATRINE**

Lieu d'aisance situé en général à l'extérieur des habitations. Plus ou moins sophistiqué, ce lieu est destiné à la collecte des excréments et se compose d'une fosse, d'une dalle percée et d'une superstructure. Utilisé principalement dans les pays en développement, c'est le système d'assainissement le plus répandu au monde.

**LIGNE DE PARTAGE DES EAUX**

Limite géographique qui sépare deux bassins versants. De part et d'autre de cette ligne, les eaux s'écoulent dans des directions différentes.

**LIT MAJEUR**

Secteur occupé par la rivière au moment d'une crue, aujourd'hui ou dans les temps historiques.

**LIT MINEUR**

Secteur compris entre les deux berges, dans lequel s'écoule la rivière en régime normal.

**MALADIE HYDRIQUE**

Maladie causée par l'ingestion d'une eau insalubre ou le contact avec celle-ci.

**MATIÈRE ORGANIQUE**

Matière constitutive des êtres vivants, animaux ou végétaux, vivants ou en décomposition.

**MICRO-ORGANISME**

Organisme vivant microscopique.

**NICHE ÉCOLOGIQUE**

Place dans l'écosystème occupée par une espèce. Elle est caractérisée par les conditions du milieu et les interactions avec les espèces avoisinantes.

**NUTRIMENTS**

Éléments chimiques nécessaires à la croissance végétale. Leur excès dans un milieu aquatique provoque le phénomène d'eutrophisation.

**ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ (OMS)**

Institution des Nations unies fondée en 1948 ayant pour objectif d'amener tous les peuples au niveau de santé le plus élevé possible.

**OROGENÈSE**

Processus de formation des chaînes de montagne.

**PATHOGÈNE**

De nature à provoquer une maladie.

**PAYS DÉVELOPPÉS**

Pays dont la majorité de la population accède à tous ses besoins vitaux, ainsi qu'à un certain confort et à l'éducation. Leur IDH est supérieur à 0,8. Du fait de leur répartition géographique, on parle souvent de "pays du Nord".

**PAYS EN DÉVELOPPEMENT**

Pays en situation intermédiaire, entre les pays développés et les pays les moins avancés. Leur IDH est moyen. On les nomme "pays du Sud".

**PAYS LES MOINS AVANCÉS**

Catégorie de pays créée en 1971 par l'ONU, regroupant les pays les moins développés socio-économiquement. Ils présentent les IDH les plus faibles. La liste comprend 49 pays (33 en Afrique, 10 en Asie, 5 en Océanie, 1 en Amérique centrale).

**PIREN-SEINE**

Programme interdisciplinaire de recherche sur l'environnement consacré à la Seine, regroupant des chercheurs et acteurs de la gestion des ressources en eau.

**PHYTOSANITAIRE**

Composé issu de substances chimiques ou biologiques destiné à protéger les espèces végétales cultivées des maladies, des espèces nuisibles et des végétaux concurrents, et à en améliorer le rendement. Parmi eux, on trouve les herbicides, les insecticides, les fongicides (contre les champignons), les bactéricides, etc.

**POLLUANTS ÉMERGENTS**

Polluants peu recherchés et étudiés auparavant, dont les effets sur l'environnement et la santé humaine sont encore mal identifiés. Les produits issus des industries cosmétiques, pharmaceutiques et les phytosanitaires font partie de cette catégorie de polluants.

**PRESSION ANTHROPIQUE**

Ensemble des contraintes générées par les activités humaines sur un environnement.

**PRODUCTIVITÉ**

Mesure de l'efficacité d'un système de production. Il s'agit du rapport entre la quantité de produit obtenu (biens ou services) et la quantité d'un facteur de production nécessaire (espace mobilisé, temps de travail, capital, intrants, etc.)

**PRODUIT INTÉRIEUR BRUT (PIB)**

Valeur totale de la production interne de biens et de services sur le territoire national, obtenue par la somme des valeurs ajoutées des entreprises. Il reflète la vitalité économique du pays.

**RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE**

Ensemble des cours d'eau et des milieux aquatiques présents sur un territoire. Le terme de "réseau" évoque les liens physiques et fonctionnels entre ces milieux.

**RÉSERVOIR**

Compartiment dans lequel l'eau stationne, pendant un temps variable, au cours de son cycle naturel : océans, lacs, rivières, atmosphère...

**SURFACE AGRICOLE UTILE (SAU)**

Territoire consacré à la production agricole composé de :
- terres arables (grandes cultures, cultures maraîchères, prairies artificielles) ;
- surfaces toujours en herbe (prairies permanentes, alpages) ;
- cultures pérennes (vignes, vergers).

**STATION D'ÉPURATION**

Ensemble d'équipements situés au débouché d'un réseau d'égouts et assurant l'épuration plus ou moins poussée des eaux usées et pluviales avant leur rejet dans le milieu naturel (rivière, mer, lac).

# Propositions d'activités par niveaux

| 6E : LA TERRE, PLANÈTE HABITÉE | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **LE PROGRAMME** | | | **LE LIVRET** | | |
| Partie | Thème | Démarche | Activité associée | Référence | Remarques |
| I - Mon espace proche : paysage et territoire | Lecture des paysages quotidiens et découverte du territoire proche | Réalisation d'un croquis | Réalisation d'un croquis présentant l'hydrologie et le cycle technique de l'eau de l'agglomération parisienne | **II.A.2. Le bassin versant de la Seine** - Les cours d'eau<br>**II.B.2. L'Homme sur son bassin versant** - Les activités domestiques | *En complément, on pourra ajouter les flux d'eau potable ainsi que les repères géographiques propres à l'élève (collège, lieux de résidence, etc.)* |
| | | | Réalisation d'un croquis présentant l'hydrologie et le cycle technique de l'eau de la ville (du collège ou du lieu d'habitation) | Idem | *Ce second croquis nécessite plus de recherches que le précédent, mais il correspond mieux au cadre du programme "Lecture des paysages quotidiens et découverte du territoire proche". En outre, il permet de mobiliser davantage l'élève sur des espaces qu'il connaît bien.* |
| II - Habiter la ville | | Deux études de cas pour dégager les caractéristiques communes et les éléments de différenciation | Comparaison du système d'assainissement de deux villes très différenciées | **I.C. Tour du monde de l'assainissement** | |

| 5E : HUMANITÉ ET DÉVELOPPEMENT DURABLE | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| LE PROGRAMME | | | LE LIVRET | | |
| Partie | Thème | Démarche | Activité associée | Référence | *Remarques* |
| **I - La question du développe-ment durable** | Th. 1 Les enjeux du développement durable | Étude de cas sur un enjeu d'aménagement du territoire | Étude de cas sur un enjeu d'aménagement du territoire : implantation d'une station d'épuration dans une ville | **I.A.1. L'assainisse-ment et la ressource en eau** - Les cycles de l'eau<br>**I.C. Tour du monde de l'assainissement**<br>**III.B. L'Agenda 21 du SIAAP** | *Prise en compte des différents enjeux économiques, sociaux et environnementaux.* |
| | Th. 2 Les dynamiques de la population et le développement durable | Étude de cas sur un front pionnier en Amérique latine ou en Afrique | Décrire et expliquer la relation entre croissance démographique et besoins des populations | **I.B.1. Un monde qui change** - L'urbanisation<br>**I.B.2. La ville et son environnement** - Le métabolisme urbain | *Mise en contexte avec le développement humain : besoin en eau croissant, pression sur la ressource, rejets d'eaux usées, pollutions, maladies hydriques, etc.* |
| **II - Des sociétés inégalement développées** | Th. 1 Des inégalités devant la santé | Étude de cas sur les infrastructures sanitaires dans un pays développé et dans un pays pauvre | Étude de cas sur les systèmes d'assainissement en place dans un pays développé et dans un pays pauvre | **I.C. Tour du monde de l'assainissement**<br>**I.A.2. Une couverture en assainissement insuffisante** | *Mise en relation des inégalités sanitaires avec les inégalités de développement (accès à l'eau potable, infrastructures d'assainissement, maladies hydriques, morbidité et mortalité, vaccination, infrastructures de santé, etc.).* |
| | Th. 4 La pauvreté dans le monde | Utilisation d'exemples appuyés sur des paysages pour décrire les conditions de vie | L'accès à l'eau potable comme reflet partiel de la pauvreté dans le monde | **I.A.1. L'assainisse-ment et la ressource en eau** - Un inégal accès à l'eau potable | *Analyse de photographies de paysages et de situations quotidiennes autour de l'eau permettant de décrire les conditions de vie de populations pauvres.* |
| **III - Des hommes et des ressources** | Th. 2 La question de l'accès à l'eau | Étude de cas sur l'exploitation, la consommation et la distribution de l'eau dans un pays du Maghreb ou en Australie | Étude de cas sur la gestion de l'eau en Australie | **I.C. Tour du monde de l'assainissement** - épuration différenciée en Australie | *L'Australie est un exemple très intéressant de l'évolution future du cycle technique de l'eau…* |
| **Éducation civique : IV - Au choix : une action solidaire** | | | Étude de cas ou mise en œuvre d'un projet de solidarité pour l'amélioration des conditions de salubrité de populations | **III.3. La coopération décentralisée** | *Les actions (d'une collectivité territoriale dans le cadre d'un partenariat de coopération décentralisée ou d'une association) peuvent porter sur la mise en place de latrines dans les écoles ou chez les habitants, ou sur la sensibilisation des enfants et de la population.* |

## 4ᴱ : APPROCHES DE LA MONDIALISATION

| LE PROGRAMME | | | LE LIVRET | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Partie | Thème | Démarche | Activité associée | Référence | *Remarques* |
| **II - Les territoires dans la mondialisation** | Th. 3 Les pays pauvres | Étude de cas d'un pays moins avancé | Étude de cas du Niger | **I.C. Tour du monde de l'assainissement** - L'assainissement de base au Niger | *Détailler les conséquences sanitaires, économiques, humaines et environnementales du manque d'assainissement, mais également les perspectives d'amélioration de cette situation.* |
| | | | | **I.A.2. Une couverture en assainissement insuffisante** - Les conséquences du déficit d'assainissement | |

## 3ᴱ : LA FRANCE ET L'EUROPE DANS LE MONDE D'AUJOURD'HUI

| LE PROGRAMME | | | LE LIVRET | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Partie | Thème | Démarche | Activité associée | Référence | *Remarques* |
| **I - Habiter la France** | Th. 1 De la ville à l'espace rural, un territoire sous influence urbaine | Étude de cas : une grande question d'aménagement urbain | Étude de cas sur l'assainissement des eaux usées dans l'agglomération parisienne | **I.B.2. La ville et son environnement** | *Cette question d'aménagement urbain permet d'aborder parallèlement et sur plusieurs siècles la croissance urbaine de Paris et de sa banlieue, et l'évolution qui en découle pour l'organisation du transport et du traitement des eaux usées.* |
| | | | | **II.B.2. L'Homme sur son bassin versant** | |
| | Th. 3 Le territoire national et sa population | Croquis de la répartition spatiale de la population sur le territoire | Croquis présentant la répartition de la population dans le bassin de la Seine | **II.B.2. L'Homme sur son bassin versant** | |

# Table des illustrations

## I. L'ASSAINISSEMENT DANS LE MONDE

### A. L'ASSAINISSEMENT ET LA RESSOURCE EN EAU



### B. DES HOMMES DANS LA VILLE



### C. TOUR DU MONDE DE L'ASSAINISSEMENT

## II. LES ENJEUX DE L'ASSAINISSEMENT SUR NOTRE TERRITOIRE

### A. LE BASSIN VERSANT DE LA SEINE



### B. L'HOMME SUR SON BASSIN VERSANT



## III. L'ASSAINISSEMENT AU CŒUR DES ENJEUX DU DÉVELOPPEMENT DURABLE



**Crédits images :**
Les crédits sont reportés au regard de chaque photo, sauf : SIAAP (préambule, figures 1-6, 10, 12-14, 16, 17, 23-26, 28, 30, 36, 39, 41-44)

*Remerciement pour sa collaboration à la rédaction de ce livret pédagogique : Guillaume Ghelmi (médiateur scientifique)*

# RETROUVEZ LES AUTRES LIVRETS DANS LA MÊME COLLECTION







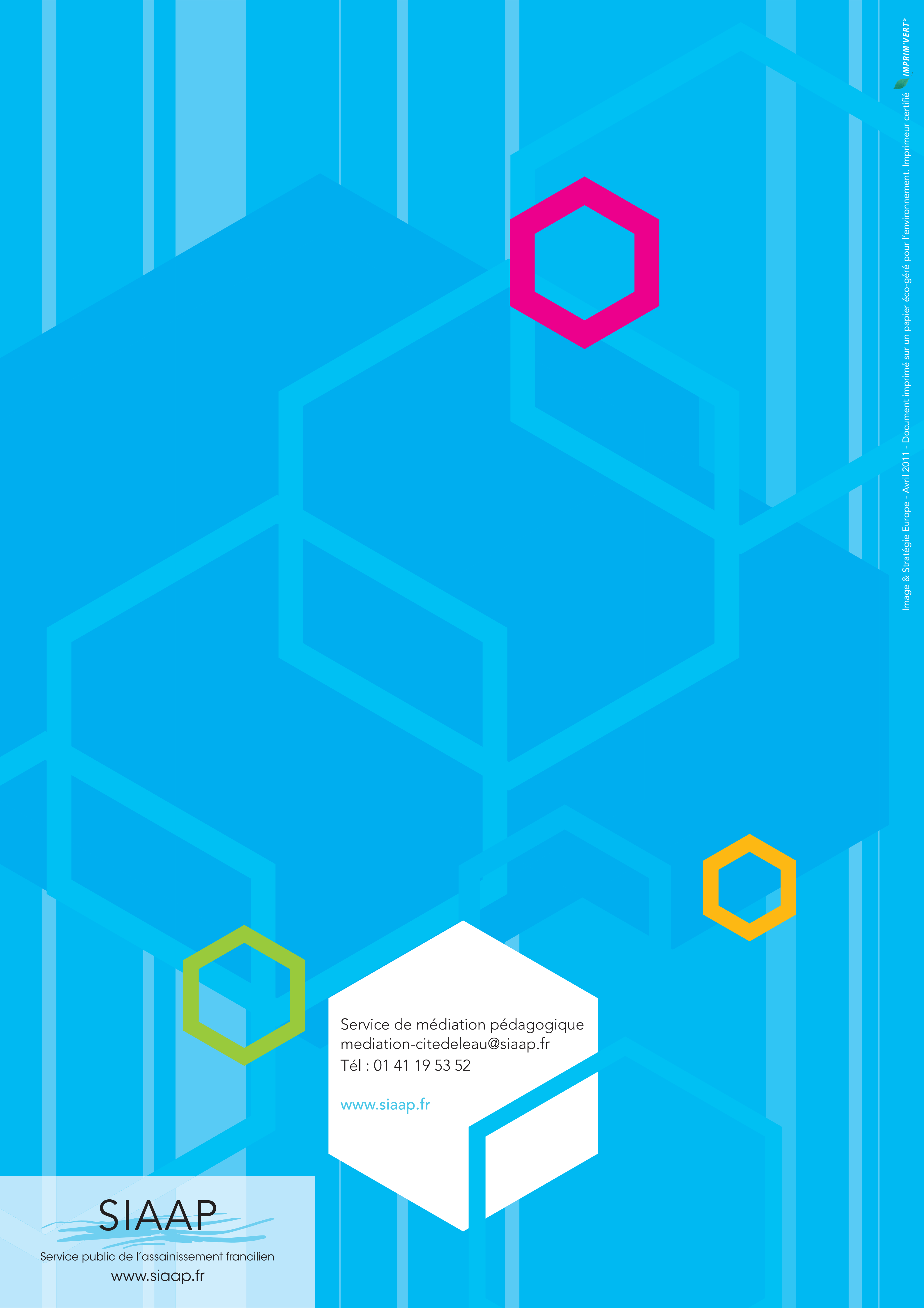



Image & Stratégie Europe - Avril 2011 - Document imprimé sur un papier éco-géré pour l'environnement. Imprimeur certifié IMPRIM'VERT®
Service de médiation pédagogique
mediation-citedeleau@siaap.fr
Tél : 01 41 19 53 52
www.siaap.fr
SIAAP
Service public de l'assainissement francilien
www.siaap.fr